東京帝國大學

地震研究所彙報

第22號～25

昭和19-22年

BULLETIN

OF THE

EARTHQUAKE RESEARCH INSTITUTE

TOKYO IMPERIAL UNIVERSITY

Vol. XXII.

1944

目　次

第22號

第1冊（昭和19年3月）

頁

1. 鹿野・吉岡斷層とその附近の地質
昭和18年9月10日鳥取地震に關する地質學的觀察（邦文）‥ 津屋弘達 1
2. 鳥取地震餘震調査概報（邦文）‥‥‥‥‥‥‥‥ 表俊一郎 33
3. 微動計による鳥取餘震の觀測（概報）
特に地盤の固有振動（邦文）‥‥‥‥‥‥‥‥ 水上武 42
4. 昭和18年9月10日の鳥取地震において鹿野・吉岡兩斷層
及びその地震後の變動の精密水準測量による觀測（邦文）‥‥ 宮村攝三 49
5. 鳥取大地震の時の狛犬の運動（邦文）‥‥‥‥‥‥ 松澤武雄 60
6. 斷層の動きと地表傾斜變化の觀測（邦文）‥‥‥‥ 萩原尊禮 66
7. 鹿野斷層附近に於ける地電位差變化（邦文）‥‥‥ 永田武 72
8. 鳥取地方震災復舊一等水準測量成果（邦文）‥‥‥‥‥‥ 83

第2～4冊（昭和19年6～12月）

9. 地震による鳥居の損害（邦文）‥‥‥‥‥‥‥‥ 松澤武雄 89
10. 地殼潮汐及び緯度變化について（邦文）‥‥‥‥ 竹内均 96
11. 地殼の下層物質の密度に就いて（邦文）‥‥‥‥ 坪井忠二 105
12. 淺間火山に於ける地球磁氣偏角の變化（邦文）‥‥ 水上武 110
13. 質點組合に傳る波（獨文）‥‥‥‥‥‥‥‥‥‥ 松澤武雄 130
14. 地震動の尾部について（其の2）（邦文）‥‥‥‥ 表俊一郎 140
15. 土壤中に於ける衝撃波の傳播――
短週期彈性波の實驗(其の2)――
（邦文）‥‥‥‥‥‥‥‥‥‥‥‥‥‥ 岸上冬彦・岩間和夫 170

CONTENTS

Vol. XXII.

Part 1.—March, 1944.

page

1. H. TSUYA, Geological Observations of the Earthquake Faults (Sikano and Yosioka) of 1943 in Tottori Prefecture. (in Japanese) 1
2. S. OMOTO, The Preliminary Report on the After Shocks of the Tottori Earthquake. (in Japanese) 33
3. T. MINAKAMI, Microseismic Observation of Tottori After-shocks. (in Japanese) 42
4. S. MIYAMURA, Die zwei Verwerfungen beim Tottori-beben vom 10. Sept. 1943 und ihre Bewegungen nach dem Beben. (im Japanischen) 49
5. T. MATUZAWA, Über die Verschiebung von Komainu bei dem Tottori-Grossbeben. (im Japanischen) 60
6. T. HAGIWARA, Movement along the Fault that appeared in the Tottori Earthquake and the Change in the Inclination of the Earth's Surface. (in Japanese) 66
7. T. NAGATA, Variation in Earth-Current in the Vicinity of the Sikano-fault. (in Japanese) 72
8. Reports of the Precise Levellings in the Tottori District carried out after the Earthquake of 1943. (in Japanese) 83

Parts 2~4.—June~December, 1944.

9. T. MATUZAWA, Über die Schäden von Torii beim Erdbeben. (im Japanischen) 89
10. K. TAKEUTI, Some Problems concerning the Earth Tide and Latitude Variation. (in Japanese) 96
11. C. TSUBOI, Die Dichte der unter der Erdkruste liegenden Materie. (im Japanischen) 105
12. T. MINAKAMI, Variation of Magnetic Declination of Volcano Asama. (in Japanese) 110
13. T. MATUZAWA, Über die Bewegung eines Punktsystems. (im Deutschen) 130
14. S. OMOTE, On the Coda Waves of Earthquake Motions. (Part 2) (in Japanese) 140
15. F. KISHINOUE and K. IWAMA, Propagation of Shock Waves in Soil. (in Japanese) 170

1. 鹿野・吉岡斷層とその附近の地質

昭和18年9月10日鳥取地震に關する地質學的觀察

地震研究所　津　屋　弘　逵

（昭和18年10月19日發表——昭和19年9月20日受理）

緒　　言

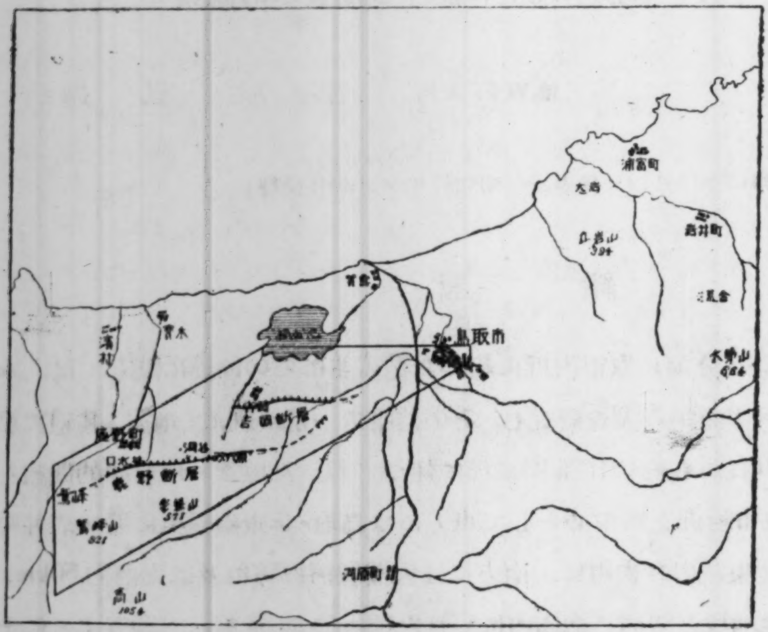
昭和18年9月10日17時37分頃鳥取市附近に起つた烈震並にその餘震に關しては，本所の多くの所員が種々の方面から調査研究し，その結果の一部は既に「地震」其他に發表された．筆者は同月21日から約10日間同地震に伴つて現れた地變の地質學的觀察を主として行つたが，鳥取市附近を略中心として東方には鳥取・兵庫兩縣境に近い岩井町に，西方には大山火山北東麓の倉吉町に，南方には因美線河原驛に及ぶ東西約50km，南北約15kmの餘震發生地域と略同じ範圍內に現れた種々の地變を一々調査するに十分な時日を持たなかつた．從つて筆者は此の地震及びそれに伴つた地變と附近の地質構造との全般的關係を詳しく論ずるに足る資料を集めるまでには至らなかつたが，主要な地變として確認された鹿野・吉岡兩地震斷層の主要部の追跡と之等兩斷層に近接する局部的地域の地質調査とを專ら行ひ，新地震斷層がその通過地帶の地質構造の上から見て如何なる意味を有するものであるかを明かにしようと努め，次に述べる樣な結果を得た．

此の研究調査に當つて，鳥取縣知事を初め，現地の警察署員，警防團員，市町村役場員諸氏から種々多大の便宜を與へられた．此の機會に深い感謝の意を表する次第である．

震央地域の地形及び地質

地　形　鹿野・吉岡兩地震斷層が現れた地域は鳥取市北西方の賀露港に於いて日本海に灌ぐ千代川の西側で，9月10日に起つた烈震の震央と目さるゝ處である．此の地域は日本海岸に近い北部では海拔200m以下の丘陵地で，南するに從つて次第に高まり，鹿野町の南方では既に鷲峰山(920.6m)，毛無山(570.5m)等に依つて代表される海拔500〜1000m內外の山地と成る．而して，此の山地と丘陵とは幾條もの南北及び南西一

北東方向に走る谷に依つて狹長な山稜に分たれてゐる．即ち鹿野町から北方には寳木村，瑞穗村，勝谷村，及び逢坂村の各沖積平地に分たれる 3 條の山稜が南北方向に平行に走り，また鹿野町から北西方鳥取市に至る間には千代川の一支流を成す野坂川の谷を初めとして，その東西兩側に於いて夫々略同方向に走る東郷村及び吉岡町の谷，其他に依つて分たれる山稜が南西—北東方向に略平行する．之等の山稜の主分水線を成す部分は一般に極めて鋭く，急傾斜の山腹に依つて挾まれて，僅かに通行し得る程度の狹い平坦地を殘すのみの所が少くない．然し之等の山稜の頂界線は，鷲峰山，毛無山等の突起部を除けば，起伏に乏しく，野坂，吉岡，雁津，及び鹿野を結ぶ線と日本海岸との間の北部地區では海拔 200m 以下の高さを以て北方に漸次低下し，口細見，雙六原，及び法樂寺を結ぶ線以南の南部地區では海拔 300m 以上に高まり，兩者の間に挾まれる中部地區では海拔 200～300m の高さに水平的な一線を畫してゐる．從つて此の地域の現在の山地は恐らく準平原的平坦面から出發した浸蝕輪廻の壯年期地形を示すもので，その原平坦面は北方に階段狀に多少低下してゐたものであらう．此の階段狀の低下を示す南，中，及び北部地區の境界が鹿野・吉岡兩地震斷層の線に略一致する事實は注目すべきであつて，後に述べる樣に，その一部に當つて小規模ながら地質的の斷層が認められ，また小貫入岩體が發達する事實等と考へ合せると，玆に舊い地質構造線が存在してゐるもの丶樣である．



第 1 圖　鳥取地震震央附近略圖

谷の主なるものは山稜の走向に從つて南北及び南西—北東方向に走り，何れも可成り直線的であるが，地質構造線を代表せず，寧ろ南部の谷頭地域の山地の隆起或は火山岩の噴出堆積に因る必從谷と考へられるものが多い．鹿野町附近を通つて北方に向ふ 4 條の谷や千代川の谷に見られる樣に，之等の谷の中流以下には夫々幅廣い沖積平

地が發達し，日本海岸に沿つて發達する砂丘に依つて閉塞され，河流は斯る平地を直線的或は多少蛇行的に極めて緩かに下り，砂丘を横切つて海に入る．その中流以上の沖積平地が發達してゐない所では，河はV字形に深く堀下げられた谷底を流れ，所々に早瀬，瀑布等を現出してゐる．然し新しい時代の地盤隆起を示す段丘は殆ど發達してゐない．鹿野町南方の法樂寺や野坂南西方の上段附近に見られる様に，沖積平地面より5〜10m内外の高さを有する斷片的な段丘は在るが，之等は比較的舊く，恐らく洪積世のものであらう．

此の地域の日本海岸地帶の砂丘は筆者の觀察外に屬するが，五萬分の一地形圖上に明かに示されてゐる様に，千代川河口の東西兩側と鹿野町北方の谷の出口に當たる濱村の海岸とに特に廣く發達し，長い直線的な單調な海岸線を形成する．此の兩者を距てる寶木と末恒との間には高さ100m内外の數條の尾根が海岸に逼り，海岸線の單調を破る二三の僅かな出入が在るのみである．然しその沖合には大島，房島，淤岐島，烏帽子岩等の小島嶼及び岩礁群が南西―北東に竝び，賀露港の出口近くにも鳥ケ島其他の岩礁群が在る．之等は本土上の尾根の延長に當つて居り，嘗ては後者と陸續きであつたに相違ないが，恐らく海蝕作用の他に陸地の沈降或は海面の上昇に因つて分離したものと考へられる．砂丘は此の陸地の相對的沈降に伴つて發達して來たものであらう．

吉岡町の北方に湖山池と稱する湖が在る．之は同町を經て南西から北東に向ふ谷が中軸と成り，それに隣る二三の同方向の小谷と共に砂丘に依つて出口を塞がれた結果生じた一つの堰止湖で，その中に在る團子島，津生島，及び青島は夫々吉岡町の谷の北西及び南東側を南西から北東に走る第三紀層山地の尾根の沈水した部分に當つてゐる．寶木村の水尻池，中ノ郷村の多鯰池等も同様の砂丘堰止湖と考へられるものである．鳥取市を含む千代川下流の平地も，同川の本支流が上流から運搬した土砂の堆積に因つて現在の如く埋まつた前には，湖山池と連なる一つの大きな湖の狀態を現出してゐた時代があつたものと推定される．

以上を要するに，最近の地形發達輪廻の上から見ると，此の地域は第三紀層の堆積後に生じた平坦面が一旦隆起して多くの谷に刻まれた後に沈降し始め，谷の下流には奥深くまで海水の浸入を受けて所謂「リアス式」海岸に依つて圍まれるに至つたが，その後に南方山地からの土砂の運搬と海岸に於ける砂丘の發達とに因つて入江の大部分が深く埋められた結果現在の地形を示すに至つたものである．谷の側壁の山麓に殘る斷片的な段丘や日本海岸の一部に認められてゐる海岸段丘などから判斷すると，その間に多少の相對的陸地隆起が行はれたかも知れない．然し少くとも洪積世以後の此の地域は全體として靜止或は寧ろ沈降の傾向の優勢な上下運動を行つて來たものと考

へられる 鳥取市以東及び鹿野町以西の隣接地域も略同様の地形發達を示すものゝ様であるが，鳥取・鹿野間の日本海岸一帶を中心とする局部的地域が相對的に最も多く沈降してゐる樣である．中國地方の切峰面圖或は中國花崗岩體の起伏圖を畫くと，大正14年但馬地震の中心となつた豊岡町附近ほど明瞭ではないが，鳥取市を中心とする一つの盆地狀凹地形が見られる．鳥取より西方の倉吉町及び米子市を含む大山火山周域も低夷な地域であり，大山火山の山體を除くその基盤をも合せて，一つの凹地を表はしてゐる．此の様な凹地は本州の日本海岸地帶に稍等間離的に存在するものゝ様で，夫等が構造上果して所謂鍋狀陷落地であるか，地波的撓曲の谷に當るものであるか，或は更に他の構造を表はすものであるかは筆者には判定出來ないが，同地帶に於ける過去の大地震發生の中心地域或は第四紀火山の噴出中心地域に當るものが多い事は注目す可きであらう．

鳥取地震の震央地域が最近の地質時代に相對的沈降を主とする地殼變動に因つて生じた凹地の一部に當つてゐるとしても，同地域には此の運動に激しい地塊運動が伴つたと考へなければならぬ地形的特徴或は地質構造は認められない．然し前に述べた様に，今回の地震の際に現れた鹿野斷層と吉岡斷層との兩線に概當する位置に山稜の平坦な頂峰線の高度の變化が認められ，吉岡斷層線に沿つて吉岡から三山口を經て野坂に至る間及び鹿野斷層に沿つて法樂寺，口細見等に發達する略東西方向の谷の一部は斷層に因つて形成された事を思はせるものであり，また次に述べる樣に，之等の線に沿つて地質的斷層も確かに存在する．此の地質的斷層は同地方全般の地質構造に對しては特に重要な意味を有する程大規模のものではないが，新地震斷層と位置及び走向を殆ど同じくし，少くともその一部が今回の鳥取地震に際した實際に活動したらしい形跡をすら示す點で重要な意味を有する．即ち此の地域に於いて少くとも地震斷層の現れた兩線に沿つては，最近の地質時代に既に斷層形成を伴ふ地盤運動が起り，此の地質的斷層に沿つて地震斷層が新しく現れたものと考へられる．

地　質　震央地域は花崗岩類を最古の基盤岩として，次の諸水成岩層及び火成岩類に依つて構成されてゐる．

1. 花崗岩類
2. 礫岩，砂岩，及び泥岩層 ⎫
   凝灰角礫岩及び凝灰岩層 ⎪
   三山口安山岩類 ⎬ 新第三系
   尾崎粗面岩 ⎪
   鷲峰山及び毛無山安山岩類 ⎭

3.　段丘砂礫層……………………洪積統

4.　砂丘砂層
　　河岸砂礫及び粘土層　｝沖積統

1.　花崗岩類　20 萬分の一地質圖（鳥取圖幅）に據ると，震央地域の南東方，即ち千代川の上流に當たる用瀬町，郡家，若櫻町方面には所謂秩父系の古生層が廣い地域を占めて發達してゐるらしいが，震央地域内に於いては同層は地表に全く露出せず，花崗岩類がその

第　2　圖
鳥取地震震央地域の地質略圖
1. 沖積層　2. 第三紀層　3. 尾崎組面岩
4. 三山口安山岩類　5. 石英閃綠玢岩類
6. 鷲峰山及毛無山安山岩類　7. 花崗岩類

一帶の最古の基盤岩を代表するものである．即ち鹿野及び吉岡町附近に於いて，同岩類は殆ど凡ての谷に沿つて廣く露出し，第三系の基盤を成してゐる．而してその露出地點の高度は鹿野町南方の鷲峰山及び毛無山の山麓に於いては最高海拔 300m 内外に達するが，鹿野町から北方に長く連なる山稜に於いて 130m 餘，吉岡町附近に於ても 150m 餘であり，湖山池南東岸の倉見附近に至れば 50m 内外と成り，全體として北方及び北東方に向つて低下する．從つて震央地域の現在の地形は大體に於いては此の花崗岩體の地表面の高低に從つてゐる樣である．然し同岩體とその上に載る新第三系との接觸關係，後者の分布等から見ると，同岩體の地表面は新第三系の堆積以前に一旦平坦化されたとしても，新第三系の堆積當初には既に可成りの起伏を示すまでに再び浸蝕されてゐたものと考へられる．

花崗岩類の露出部は土狀に風化分解してゐる事が多いが，その比較的新鮮な部分には通例の如く 3 方向の凝縮節理が認められる．此の節理の面の走向及び傾斜を所々で測つた結果を見るに，それに明瞭な系統的な一致或は變化は認められない．然し鹿野斷層と吉岡斷層との間の區域（主として吉岡から雙六原及び洞谷に至る谷に於ける測定）に露出する花崗岩類には走向北 50～70° 西，傾向北東 50～70° の節理面が最もよく發達する．それに對して鹿野斷層の南側區域の同岩類には，鹿野町南方の末用及び

二ツ家附近で走向北30°西，傾斜北東70°，洞谷部落南西方の谷では走行北50〜80°西，傾斜北東50〜70°の節理面が依然として最もよく發達するが，雙六原から南西方に矢矯の谷及びその東方の細見の谷では走向北30〜40°東，傾斜南東（時には北西）70°内外の節理面が特に目立つて認められる．また吉岡斷層の北側地區に露出する花崗岩類にも，同斷層の消滅する吉岡町西方の長柄及び堤見では走向北70°西，傾斜北東の節理面が主として發達してゐるが，三山口附近では走向北30°東，傾斜北西或は南東70〜80°の節理面が特に明瞭に認められる．斯様な節理面の走向及び傾斜の局部的變化は必ずしも花崗岩體の斷層運動に基く變位に因るものとする要はないが，斷層の認め難い花崗岩の如き塊狀火成岩體の場合にはその構造を明かにする上に考慮に入れる價値があるものであらう．

此の地方の花崗岩類の中の主なる岩型は多少紅味を帶びる淡灰色を呈し，中粒で，多くの場合に多少の斑狀構造を示す黒雲母花崗岩である．その二三の標本に就いて顯微鏡下の觀察を行つた結果を略記すれば次の通りである．

第3圖　黒雲母花崗岩
(No. 1892514′)

黒雲母花崗岩　(No. 1892514′)　本岩は吉岡町から南方に約2km距たる口細見西方の法華經祈禱所入口の路傍に斷崖を成して露出するもので，後に述べる様に，地質的斷層及び鹿野地震斷層に依つて截られてゐる．その標本が採集された部分は之等斷層上盤に當り，走向北30°東，傾斜南東70°を示す主節理面と走向北80°東，傾斜北西20°，及び走向北44°西，傾斜90°を示す副節理面とを有する堅硬な岩體を成す．

その主要成分鑛物を分量の多いものから順次擧げると，他形の石英（0.1〜2.0 mm），他形の正長石（0.1〜1.0 mm），自形乃至亞自形の灰曹長石（0.1〜2.0 mm），及び自形乃至亞自形の黒雲母（0.2〜1.0 mm）である．正長石は石英，斜長石等を包裹する外，塵埃狀微粒に依つて汚濁されて居り，明瞭な双晶を示さない．灰曹長石は塵埃狀微粒に富む核心部を有する事もあるが，一般に清澄新鮮なる結晶を成し，輕微な累帶構造と普通の双晶とを示す．黒雲母は帶綠褐色種で，部分的には綠泥石，綠簾石，鐵鑛等に變質してゐる．

尙同岩は副成分として磁鐵鑛及びそれに伴ふ燐灰石，黒雲母中に包裹される風信子鑛等を含む．

同地の斷層下盤を成す岩石（No. 1892514）は上記の黒雲母花崗岩より多少黄乃至紅色味に勝り，野外では後者と異なる岩型の如く見られるが，顯微鏡下の性質は兩者共殆ど異らず，たゞ前者に含まれる黒雲母の變質が比較的著しい點に相違が認められる

のみである.

千代川の東側地域には日本海沿岸近くに花崗岩類が點々と露出し，浦富以東には廣域に亙つて分布する．鳥取市街北東側を圍む久松山も同岩類から成る．その北西延長部に當る丸山南側の石切場では走向北 68° 西，傾斜南西 50° の主節理面と走向北 10° 西，傾斜南西 70° 及び走向北 63° 東，傾斜南東 38° の副節理面とが發達する．此處で採集された本岩の標本（No. 1892890）は肉眼並に顯微鏡的性質に於いて上記のものと殆ど同樣である．但し同處の花崗岩は斜長石及び黑雲母に稍乏しい岩型で，而も之等の鑛物は大部分二次的變質作用を受けてゐる.

正規の花崗岩に伴つて，半花崗岩が岩脈を成して到る所に見出される．此の岩脈は通常幅 10cm 內外或はそれ以下で，花崗岩體の節理面に沿つてゐる事が多いが，また同岩體中を種々の方向に走る一種の割目に依つて切斷され，その兩側で相對的に多少の變位を示す事もある．從つて花崗岩體には半花崗岩の貫入以前に既に節理が發達し，その後にも同岩體に割目を生ずる樣な變動が起つたに相違ない．後に述べる樣に，斯る割目として鹿野，吉岡兩地震斷層の近くに特に明瞭なものが認められる.

此の半花崗岩は石英及び正長石を主成分とし，それに少量の黑雲母及び白雲母を伴ふ普通の岩型のものであつて，特に取立てゝ記載を要する特徴を示さない．三山口東方の谷の南側に於いて，吉岡斷層が通過する斷崖に露出する花崗岩は角礫狀に破碎され，部分的には粘土化してゐるが，それを貫いて幅 10 cm 程の半花崗岩脈が北 84° に傾斜して略東西に走る.

此の半花崗岩（No. 1892928）は堅緻な細粒岩で，黃褐乃至灰褐色に染められてゐて，顯微鏡下で見ると，容積 50 % 內外の不定形石英粒（平均直徑 0.5 cm）を除けば，主としてその間隙を充塡する絹雲母と鐵鑛（赤鐵鑛及び褐鐵鑛）とから成り，新鮮な加里長石，黑雲母等を全く欠いてゐる．尙此の半花崗岩及びそれに接する花崗岩を石英の細脈が貫く.

<u>角礫岩狀花崗岩</u>　(No. 1892412)　鹿野町南方の小畑と出百姓との間を通ずる山道に於いて鹿野斷層を橫切る邊りに，一種の角礫質花崗岩の露出が見出される．本岩は淡灰色緻密質で，直徑 1 mm 內外の石英粒を多く含み，肉眼的には石英粗面岩の如き外觀を呈する.

顯微鏡下では，石英（0.1～2.0 mm）の他に，正長石（0.1～2.0），斜長石（0.1～2.5 mm）等が識別され，之等は凡て角張つた結晶破片の形で微細な結晶粒及び塵埃狀物質から成る石基中に多量に散點する．長石結晶は新鮮でなく，綠泥石，綠簾石，絹雲母，鐵鑛粒等に依つて汚濁してゐる．有色鑛物も新鮮なものは無く，綠泥石，鐵鑛等に變化し，外形のみからは原鑛物を推定し難いものである．尙本岩には石英微粒のみから成る珪質岩其他の異質捕獲岩片が見出される.

<u>角閃石・石英閃綠岩</u>　(Nos. 1892924; 1892925)　三山口部落南端から約 250 m 南西

方に距たる地點に於いて，谷の南北兩側に角閃石・石英閃綠岩と稱すべき塊狀岩の露出がある．而して谷の北側の露出に於いては，同岩は幅約 50 cm，走向北 68° 西，傾斜北東 60° を示す帶綠黑色の變質安山岩質岩脈に依つて貫かれる．

本岩は帶綠灰色中粒で，斜長石及び角閃石の肉眼的結晶を有する．顯微鏡下で識別されるその主成分は斜長石(0.2～2.0 mm)，角閃石(0.1～2.0)，磁鐵鑛(0.5 mm 以下)，石英(0.1～0.3 mm)及び正長石（0.5 mm 以下）で，副成分は燐灰石である．斜長石は自形乃至亞自形で，通常の双晶を成し，輕微な累帶構造を示し，中性長石乃至灰曹長石の成分を有する．角閃石は自形乃至亞自形或は斜長石の間隙を充塡する他形結晶を成し，多色性の比較的微弱な綠色種で，屢々聚片双晶を示すが，部分的には纎維狀の綠泥石と鐵鑛粒とに變化してゐる．石英は他の鑛物の間隙を充塡する他形結晶として存在し，また屢々蟲狀を成して斜長石の周圍に發達する．正長石は他形の間隙結晶として，或は斜長石と共にミルメカイト構造を成して少量見出されるのみである．

第 4 圖　角閃石・石英閃綠岩
(No. 1892924)

吉岡町から口細見に至る山道の登り口附近にも上記の岩石に近似する角閃石・石英閃綠岩が在る．但し本岩（No. 1892921）は上記のものに比して稍細粒で，間隙石英に一層富む．

之等の石英閃綠岩と黑雲母花崗岩の岩石學的類緣關係及び構造關係は明かでなく，また前者と吉岡及び三山口附近に發達する第三紀層との關係も明瞭でない．然し三山口に於いて石英閃綠岩は同部落附近の第三紀層を代表するものと同時代と考へられる變質安山岩に依つて確かに貫かれるので，此の第三紀層よりも舊期に屬するものであるに相違ない．何れにしても此の石英閃綠岩が吉岡斷層に接し，吉岡ではその北側に，三山口ではその南側に存在する事は注意すべき事實の一つであらう．

<u>角閃石・石英閃綠玢岩</u>　(No. 1892819)　吉岡斷層の東方延長方向に當る本高部落（野坂から東方に約 2 km 距たる）の北端に近い路傍に角閃石・石英閃綠玢岩の露出が在る．その周圍の花崗岩及び第三紀層に對する構造關係は明かでないが，吉岡斷層の延長に當る位置に產出する事實は上記の石英閃綠岩が同斷層に接する事及び後者に類似する岩質のものである事と共に注目に値する．

本岩は帶綠灰色緻密質で，潛晶質石基中に斜長石の肉眼的柱狀斑晶（長さ 4 mm 以下）を有する．顯微鏡下で識別されるその主成分鑛物は斜長石，角閃石，及び石英斑晶で．之等は副成分たる磁鐵鑛及び燐灰石と共に石基中に散點する．斜長石は自形或は蝕融形を示し，輕微な累帶構造及び通常の双晶の發達する中性長石乃至灰曹長石で，燐灰石を包裹する他に，綠泥石，

綠簾石，鐵鑛，其他の多量塵埃狀微粒に依つて汚濁されてゐる．角閃石（0.1〜0.5mm）は自形の綠色種で，明瞭な多色性と獨特の劈開線とを示し，時には綠泥石，綠簾石，鐵鑛粒等の集合體に變質してゐるが，一般に新鮮である．石英（0.5〜1.5mm）は斜長石及び角閃石に比すれば少量で，蝕融形或は丸味を帶びた他形を示し，周緣部に於いては石基の石英粒に移行する事がある．石基は主として石英，長石，角閃石，鐵鑛等の微粒（0.01〜0.05mm）の集合から成り，他に二次的變質物たる綠泥石，綠簾石等を含む．尙，綠簾石は本岩の斑晶及び石基を貫ぬく顯微鏡的細脈としても見出される．

2. 新第三系　震央地域には花崗岩類を蔽つて新第三紀層が廣く分布する．同系は凝灰岩層及び礫岩層に大別され，何れも火山岩類を伴ふ．

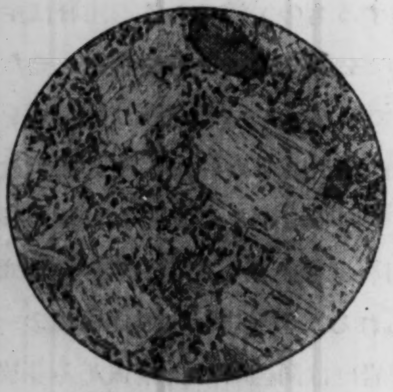
凝灰岩層　凝灰岩層は同地域の北部，即ち吉岡斷層線から湖山池の湖岸に亙る地帶及び同線東翼の南側に位する尾崎附近に代表的に發達し，更にそれより東方の野坂川東南側の山地を初め，鳥取市以東の山地には廣く分布するものゝ樣である．同層は主として白色凝灰岩及び凝灰角礫岩から成り，所によつては粘土，砂，礫岩等を，また後に述べる樣に，吉岡町と三山口との間の山地に於いては安山岩質熔岩及び集塊岩を伴ひ，一般に餘り明瞭な層理を示さない．而して，時に微かに認められるその層理は概して水平に近く，時に10〜15° 傾斜するに過ぎず，走向の正確な測定を行ひ難い程度のものである．從つてその構造は明かでないが，同層は粘土化した花崗岩の浸蝕面を蔽ひ，高々100 m 內外の層厚を有するものと考へられる．但し吉岡町西側山地の一部に於いては，吉岡斷層線の北側に分布する凝灰角礫岩層は同線の南側を占める花崗岩に對して斷層を以て接するらしい．

礫岩層　礫岩層は上記凝灰岩層の分布區域にも見られるが，吉岡斷層線より南方の花崗岩山地の上部一帶に廣く分布する．同層は時に粘土及び砂のレンズ狀薄層を挾むが，主として花崗岩及び安山岩の大小の圓礫（大きいものは直徑1 m 以上）とそれを膠結する砂粒とから成り，明瞭な層理を示さないが，一般に殆ど水平に近いらしく，たゞ基盤の花崗岩に接する部分では，その花崗岩の浸蝕面の形狀に應じて急傾斜を示す事もある．(第18圖) 同層と上記凝灰岩層との層位關係は筆者の調査範圍では明かでない．前者に含まれる安山岩礫は鷲峰山及び毛無山を構成する安山岩に類似し，且つ之等の山々に近づく程その數量及び大いさを增す．而して後に述べる樣に，吉岡及び三山口附近の凝灰岩層に伴ふ安山岩が變質せる綠色安山岩であるのに反し，此の礫岩層中の安山岩礫は鷲峰山及び毛無山安山岩と同樣に寧ろ新鮮なものである．また毛無山北麓の矢矯から鬼入道に越へる山道の峠附近に於いては，花崗岩及びそれを貫ぬく綠色安山岩々脈の浸蝕面上に同樣の礫岩層が橫はる．之等の事實から見ると，此の礫岩層は上記凝灰岩層より新しい時代のものとも考へられる．然し前者は同地域の溪間

に殘る段丘砂礫層と構造及び構成物質の上から區別し難い事もあるので，後者との時代的關係に就いては尙將來の研究に俟たなければならぬ．

第三紀火山岩類　此の地域に產する主なる第三紀火山岩類は三山口安山岩類，尾崎粗面岩，及び鷲峰山・毛無山安山岩類である．

三山口安山岩類　上記の第三紀凝灰岩層に伴つて吉岡町から三山口に至る間の吉岡斷層北側と三山口からその南東方の尾崎に至る間の同斷層南側の一部とに綠岩安山岩或は變質安山岩と稱すべき火山岩類が一部では熔岩として，他の一部では集塊岩及び火山角礫層として產する．產狀の如何に關せずその岩質は略一樣で，肉眼的に帶綠暗灰色乃至黑色で著しい斑狀構造を示さず，斜長石及び輝石の存在を辛うじて認知し得るに過ぎない．



第5圖　普通輝石安山岩
(No. 1892930)

吉岡町から北東方に約1km距たる高段の石切場に露出する熔岩（No. 1892930）を顯微鏡下で觀察すると，本岩は斜長石（0.5～2.0mm）及び單斜輝石（0.5～1.0mm）の斑晶を含み，一種の輝石安山岩である．斜長石斑晶は輕微な累帶構造を示し，新鮮なものでは亞灰長石乃至曹灰長石の成分を有するが，その多くは二次的の曹長石化作用を受け，また方解石化し或は綠泥石によつて汚染されてゐるものもある．單斜輝石斑晶は多色性の殆ど認め難い帶綠褐色種で，累帶構造を欠き，(100) 上の普通の双晶を成すものである．然し同斑晶の多くは一部或は全部に亙つて綠泥石してゐる．石基は主として柱狀斜長石（長さ 0.05～0.1mm），粒狀輝石（0.05mm 以下）及び磁鐵鑛（0.03mm 以下）から成り，その中に顯微鏡的微斑晶として柱狀斜長石（長さ 0.3mm 內外）と綠泥石化物質とが認められる．

三山口部落附近に分布する綠色安山岩（No. 1892926）は上記のものと肉眼的並に顯微鏡的性質を殆ど等しくする單斜輝石安山岩で，たゞ後者に比して一層進んだ變質狀態を示し，また露出では節理に沿つての著しい風化分解のため球狀構造を表してゐる．

三山口部落の人家の東方約 200 m，吉岡斷層線の通過する地點附近に露出する綠色安山岩（No. 1892927）も上記のものと殆ど同樣の外觀を示し，帶綠黑色で，1 mm 以下の柱狀斜長石と黑色輝石との肉眼的結晶を含むが，顯著な斑狀構造を示さない．此の岩石の著しい特徵は，肉眼的には均質な熔岩に見えるが，顯微鏡下では角礫岩狀構造を示す事である．

顯微鏡下で見ると，本岩は輝石安山岩の碎片とその間隙を充塡する膠結物とから成る．輝石安山岩碎片は凡て同一岩の碎けたもので，比較的新鮮な斜長石（0.5～1.5 mm），半ば綠泥石化し

た單斜輝石（0.3～1.0 mm），及び磁鐵鑛（0.1～0.2 mm）の斑晶と柱狀斜長石（0.01 mm 以下），輝石及び磁鐵鑛粒（0.01）から成る石基とを有するものである．また膠結物は主として同樣の安山岩の微細な碎片とそれから離脱した斜長石，輝石，磁鐵鑛等の碎片及び微粒とから成るが，他に綠泥石質物質に富み，更に石英結晶を含む．此の石英は角張つた破片（1.5 mm 以下）で，不規則な割目を有し，且つ極めて著しい波動消光を示す．

斯る鑛物構成と顯微鏡的構造とを示す本岩は通常の凝灰角礫岩或は流動角礫岩ではなく，恐らく輝石安山岩熔岩の斷層角礫岩で，斷層運動に依つて角礫狀に破碎された際に基盤の花崗岩の一部を混入せるものであらう．

三山口安山岩に近接する石英閃綠岩及び花崗岩中には，同安山岩と岩質を殆ど同じくする岩脈が處々に見出される．三山口附近以外に於いても，例へば毛無山北麓の峠附近，口細見西方の法華經祈禱所附近其他に，花崗岩を貫く安山岩質岩脈があるが，その多くは土狀に風化分解して，新鮮な標本を採集するに困難なものである．之等の岩脈の多くは花崗岩の節理に沿つて貫いて居り，例へば毛無山北麓に露出する幅約 5 m の一岩脈は北 46° 東に走り，北西に 70° 傾斜し，更にその側壁の花崗岩の他の節理面（走向北 60° 西，傾斜北東 45°）に沿つて分岐貫入してゐる．（第19圖）．また口細見の法華經祈禱所入口近くに於いて，鹿野斷層線の南側に露出する幅約 1 m の一岩脈は花崗岩中を殆ど垂直で北 80° 西の方向に走り，北 80° 西の走向と南西 70° の傾斜とを示す幅約 30 cm の一支脈を側方に分岐貫入せしめ，本支兩岩脈共に鹿野斷層線と同方向の節理面（走向北 80° 東，傾斜北西 60°）の一つに沿つて生じた小斷層に依つて截られ，相對的に約 20 cm の喰違ひを示してゐる．

三山口部落近くの石英閃綠岩（No. 1892925）を貫く岩脈（No. 1892925′）は走向北 68° 西，傾斜北東 60° で，約 50 cm の幅を有する．白色粘土化してゐるその兩壁の石英閃綠岩との接觸部を除けば，本岩は一樣に概して新鮮で帶綠暗灰色を呈し，3 mm 內外以下の斜長石の肉眼的斑晶を有するが，顯著な斑狀構造を表さない綠色安山岩である．

顯微鏡下で觀察すると，本岩は斑晶として斜長石と單斜輝石の變質物とを有する．斜長石斑晶（0.5～3.0mm）は新鮮で，可成り顯著な累帶構造を示し，屢々數個體の集合斑晶を形成する．單斜輝石斑晶（0.3～1.0mm）は殆ど剩す所なく綠泥石，方解石等に化し，黃鐵鑛粒を伴つてゐる．石基は柱狀斜長石，變質輝石，磁鐵鑛等の顯微鏡的小斑晶を除けば，針狀斜長石（長さ 0.2mm 以下），變質輝石及び磁鐵鑛粒（0.03mm 以下），黃鐵鑛粒等から成り，玻璃質部を殘してゐない．

三山口から野坂に向つて約 1 km 行くと，湖山池南岸の高住に至る道路の分岐點近くに，花崗岩を貫く幅約 8 m の岩脈が北 43° 東の走向を示し，北西に 70° 傾斜してゐる．此の岩脈岩（No. 1892617）は肉眼的に帶綠暗灰色で，1 mm 以下の斜長石を多く含

むが，斑狀構造を殆ど示さない．

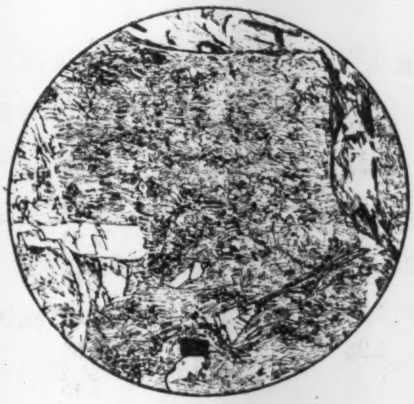
顯微鏡下で觀察すると，本岩は方解石に依つて汚濁した斜長石と半ば方解石，綠簾石，或は綠泥石化した單斜輝石との斑晶（0.3〜1.0mm）を含む．單斜輝石の新鮮な部分は淡い帶黃綠色で，(100) 上の聚片双晶を屢々表はし，最大消光角（C<Z′）=50° を示す普通輝石である．石基は完晶質で，針狀斜長石（長さ 0.2mm 以下），輝石及び磁鐵鑛粒（0.1mm 以下），間隙石英等の他に，綠泥石，黃鐵鑛，綠簾石等の二次的生成物を含む．

三山口附近の凝灰角礫岩及び集塊岩は上述の熔岩及び岩脈と同樣の肉眼並に顯微鏡的性質を示す普通輝石安山岩の岩片と凝灰物質とに依つて大部分構成されるが，凝灰角礫岩の一部はそれと多少岩質を異にする岩片を伴ふ．例へば吉岡，三山口間の近道の峠附近に露出する凝灰角礫岩は主として橄欖石・單斜輝石玄武岩の岩片を，また尾崎部落東邊の谷間に露出する凝灰角礫岩は主として複輝石安山岩の岩片を構成物としてゐる．

尾崎粗面岩（No. 1893032）　同地方の第三紀火山岩類の中で特に興味深いものは尾崎粗面岩である．本岩は吉岡斷層の南側に近く，三山口と尾崎とを距てる山地の中央最高部を構成し，地圖上の直徑約 300 m の圓形地域を占めてゐる．此の地域を占める粗面岩體はその西及び南側を上記の三山口安山岩類（主として凝灰角礫岩）に依り，また北及び東側を花崗岩に依つて夫々取圍まれて居り，之等より成る山地上に數十米高まり，傾斜 35° 以上の急峻な山腹と多少平坦な山頂面とを有する一つの圓頂丘狀の形態を示す．周圍の花崗岩及び安山岩類に對する此の粗面岩の構造關係は明かでないが，山體の地形から判斷すると，後者は花崗岩及び第三系を貫く岩頸を代表するものゝ如くである．（第21圖）

此の粗面岩は紅味がかつた淡灰色を帶び，一種の角礫岩狀構造を有し，伊豆下田萬藏山の加里石英粗面岩の一部に極めてよく似る外觀を呈するものである．それを構成する角礫は直徑 50 cm 內外以下の種々の大いさを示すが，何れも外觀一樣な岩質の粗面岩で，帶紅淡灰色潜晶質の石地に 0.5〜3.0mm の長石斑晶を極く少量散點せしめてゐる．粗面岩角礫の間隙は暗赤褐色物質に依つて充塡されて居り，此の物質は單に粗面岩角礫を膠結するのみならず，角礫に發達する平行的な板狀割目に沿つて滲込み，微細な平行脈を形成してゐる．（第22圖）

顯微鏡下で觀察すると，本岩は斜長石（0.2〜3.0mm），單斜輝石（0.1〜0.2mm），及び磁鐵鑛の斑晶を少量含み，輕微な斑狀構造を呈する．斜長石斑晶は極めて新鮮で，その多くは短冊形を成し，通常の双晶を示し，累帶構造の殆ど認められない灰曹長石である．有色鑛物の斑晶は一枚の薄片に一個も含まれない程度に一般に極めて少ないが，偶々斜長石の 1〜3mm に達する斑晶が比較的多く含まれる部分では，斜長石と共に集合斑晶を成す單斜輝石が見出される．同輝石は比較的濃い帶綠褐色を呈するが，多色性に殆ど欠け，最大消光角（C∧Z′）=45°



第6圖　輝石・斜長石粗面岩
(No. 1893032)

を示す普通輝石であつて，屢々磁鐵鑛を伴ひ，また暗黑物に縁取られてゐる．其他，角閃石斑晶から變つたと考へられる黑色不透明の柱狀體（長さ 0.1～0.2mm）や暗黑物に縁取られ二次的石英粒に置換された結晶形骸が在るが，同鑛物の新鮮なものは全く見られない．斜長石及び輝石の斑晶，特に比較的大形の斜長石結晶は殆ど例外なく片々に破碎され，その碎片の間隙は二次的石英の微粒（0.01mm 以下）に依つて充塡されてゐる．斯る破碎斑晶は角礫岩狀構造を有する本岩の顯微鏡的角礫の間隙に特に多い．

石基は流理構造の配列を示す長石の針狀結晶（長さ 0.01～0.2mm），鐵鑛（磁鐵鑛及び赤鐵鑛）及び鑑定困難の有色鑛物微粒（直徑 0.005mm 以下），及び脱玻璃化せる珪長質石地に依つて構成され，更に石英粒の細脈及び赤鐵鑛の細脈に依つて貫かれてゐる．針狀長石の比較的大きいものは明かに聚片双晶を示す灰曹長石である．次に示す化學成分から判斷すると，本岩には玻璃長石或は其他のアルカリ長石が存在してもいい筈で，斑晶中には勿論，石基中にも確認されないが，極く微小な針狀長石の一部或は脱玻璃化せる珪長質石地に含まれてゐるものと考へられる．

赤鐵鑛の細脈は同鑛物の直徑 0.005mm 以下の微粒乃至超微粒から成り，斑晶破片を伴つて粗面岩角礫の間隙を充塡するのみならず，粗面岩角礫の石基及び斑晶を貫き，またその微粒は磁鐵鑛と共に石基中に散點し，斜長石及び輝石斑晶を汚染してゐる．本岩が紅味を帶びるのは此の鑛物の存在に因る．石英脈は赤鐵鑛脈に伴つて之と複脈をなし，また後者を貫き或は後者に依つて貫かれ，粗面岩の石基中を縱横に走り，また破碎された斑晶の間隙中に入込んでゐる．

故中島眞治氏に依つて行はれた本岩の化學分析の結果は次表のⅠ及びⅡの通りで，また比較のために既知の二三の本邦產粗面岩質岩石の化學成分を揭げると同表のⅢ～Ⅶの通りである．上記の如く本岩は石英及び酸化鐵の細脈に依つて貫かれてゐるが，分析Ⅰは斯る脈が殆ど含まれない均質な部分に就いて得られた結果で，本岩の原化學成分を略代表するものと考へられる．分析Ⅱは角礫岩狀構造を示す本岩の角礫の間隙を充塡する紅褐色の酸化鐵脈の多い部分に就いて得られた結果で，Ⅰに比較して珪酸及び酸化鐵に富み，礬土及びアルカリに稍乏しい．酸化鐵脈の多い部分には石英脈も多い事は顯微鏡下に於いても認められるので，Ⅱは斯る脈の成分を反影し，原岩石の成分から稍異なるものを表してゐるに相違ない．Ⅰを山形縣產粗面岩質岩石の化學成分（Ⅲ及びⅢ）と比較すると，兩者は可成りよく類似する．顯微鏡的性質に關しても，ⅠとⅢとの岩石は類似性を示すものの樣である．次に日本海及びその沿岸地域の處々から知られてゐる粗面岩類の中，隱岐島後中村產の斜長石粗面岩の化學成分（Ⅶ）に比較すると，Ⅰは礬土に富み，加里及び水分に稍乏しいが，其他の點では兩者に著しい差異はない．尙，Ⅰに類似する化學成分は流紋岩，瀝青岩，黑曜岩（深成岩としては花崗岩）等にも見られる事があり，C. I. P. W. 分類法では Liparose に近い Kallerudose (I. 4. 1. 4) に屬するものである．その一つとしてⅤに示される玻璃質ソーダ流紋岩（大川岩）の化學成分に比較すると，Ⅰは礬土に富み，水分に乏しい點でそれと可なり異なるが，アルカリに就いては大差を示さない．Ⅰの標準鑛物組成（ノルム）から算出される標準長石成分は Or_{36} Ab_{60} An_4（IIのそれは

第 1 表　尾崎粗面岩の化學成分（故中島眞治分析）

	I	II	III	IIII	V	VI
SiO_2	66.98	71.01	67.27	65.26	66.25	67.51
Al_2O_3	16.53	13.05	15.82	16.28	12.89	13.69
Fe_2O_3	4.31	5.75	2.28	4.22	2.09	1.68
FeO	0.43	1.15	0.93	0.51	1.37	2.83
MgO	0.73	0.54	1.43	0.34	0.42	0.18
CaO	1.01	1.80	2.91	1.20	1.29	0.61
Na_2O	4.68	2.80	5.17	6.98	4.04	4.65
K_2O	3.98	3.31	2.33	2.67	2.53	5.45
$H_2O(+)$	0.48	0.32	1.05	0.90	6.08	2.77
$H_2O(-)$	0.54	0.22	0.71	0.58	2.46	
TiO_2	0.53	0.49	0.46	0.96	0.26	0.53
P_2O_5	0.34	0.18	0.13	0.33	0.07	0.05
MnO	0.13	0.07	0.02	0.06	0.03	0.01
Total	100.67	100.69	100.51	100.29	99.78	99.96

I. 含普通輝石．斜長石粗面岩．鳥取縣氣高郡豊實村尾崎．

II. 前同（紅褐色の鐵鑛脈多き部分）．

III. 粗面岩質岩石．山形縣西田川郡溫海村溫海嶽．（中野長俊，河野義禮；岩石礦物礦床學, 16〔昭知11年, 157.〕）

IIII. 前同．山形縣西田川郡鍋倉村．（前同）

V. 玻璃質ソーダ流紋岩（大川岩）．十勝國中川郡豊頃村．（根本忠寬；岩石礦物礦床學, 10〔昭和8年〕, 46.）

VI. 含角閃石・斜長石粗面岩．隱岐島後中村．（S. Kozu, Sci. Rep. Tohokn Imp. Univ., 2nd Ser., I (1913), 25.）

Or_{40} Ab_{49} An_{11}）で，III の Or_{19} Ab_{63} An_{18} 及び IIII の Or_{19} Ab_{76} An_5，V の Or_{27} Ab_{61} An_{12} 等に比較して加里長石成分に富み，灰長石成分に乏しく，寧ろ日本海沿岸地域に産出する粗面岩類の長石成分に概して近似する．

以上の如く，尾崎に産する特異な角礫岩狀火山岩は斑晶及び石基成分として斜長石を含み，確認し得るアルカリ性鑛物には缺けてゐるが，粗面岩様の顯微鏡的構造を示し，粗面岩様の化學成分を有する事實から，一種の斜長石粗面岩に概當するものと考へられる．本岩の產地が吉岡斷層線に近いので，その角礫岩狀構造は同線の斷層運動に基因するかとも疑はれたが，寧ろその熔岩が殆ど固結した狀態で岩頸體として噴出する際に生じた磨擦角礫岩を代表するものと考へられる．而して本岩の角礫間隙を充塡し，角礫中に細脈を成す石英及び赤鐵鑛は勿論二次的生成物であるに相違ないが，恐らく同岩噴出末期の後火山作用に因つて生じたものであらう．上にその化學成分を揭げた山形縣溫海嶽附近產の粗面岩質岩石に紅褐色の酸化鐵脈に依つて網目狀に貫通

されたものの存在する事が報告されて居り，また伊豆下田町の加里石英粗面岩には尾崎粗面岩と同樣に角礫岩狀構造を有し，その角礫間隙を暗褐色の酸化鐵に依つて充塡されてゐる部分が少くない．之等の事實から判斷すると，アルカリに富む粗面岩樣火山岩の生成，その岩頸狀噴出機巧，後火山作用等に一聯の密接な因果關係が在るものゝ樣である．

鷲峰山及び毛無山安山岩類　鹿野町の南方には本地域最高の鷲峰山が海拔 921 m の高さに聳え，その東側の尾根續きに一段低い毛無山（571m）が在る．鷲峰山は北方には鹿野町平地に臨み，西方には鷲峰・河內の谷に依つて限られ，南方には高山（1054m），高鉢山（120m）等の一連の山地から海拔 567m の鞍部（安藏・河內間の峠）を以て距てられ，東方には毛無山と共に野坂川上流の谷に依つて限られ，その四周山麓の大部分を花崗岩及び第三紀層に依つて圍まれて居り，地形的並に地質的に一つの獨立の安山岩體である．その構造は詳しく調査されてゐないので未だ明かでない．然し地形から判斷すると，開析された一つの中心火山を表すものと推定される．毛無山も吉岡町方面からは圓頂丘形の一つの獨立火山の如く見られるが，鷲峰山の東側尾根の續きで，地質的にも後者の一部分に過ぎない．(第20圖) 即ち二十萬分の一地質圖では兩者は共に玄武岩として塗色されてゐるもので，筆者が兩山の山麓から採集したその岩石標本が代表的のものであるとすれば，何れも略同樣の性質の安山岩類から成るものである．

含橄欖石・角閃石・單斜輝石・紫蘇輝石安山岩（No. 189228)．本岩は鷲峰山の噴出中心から東方に流下して毛無山を形成した熔岩の一つと考へられるもので，毛無山の北東側に露出し，花崗岩及び凝灰質礫岩層を蔽ひ，よく發達した板狀節理を有する．

肉眼的に見ると，此の熔岩は淡灰色斑狀構造を示し，灰色潛晶質の石地中に大いさ 1～10mm に達する多數の斜長石斑晶と 1～5 mm の少數の輝石斑晶とを含む．

第7圖　含橄欖石・角閃石・單斜輝石・紫蘇輝石安山岩（No. 189228）

顯微鏡下で識別し得られる本岩の斑晶は斜長石，紫蘇輝石，角閃石變質物，單斜輝石，橄欖石及び磁鐵鑛である．斜長石（0.5～10mm）は磁鐵鑛，輝石，其他の微粒の少量を包裹するが新鮮で，顯著な累帶構造を示し，亞灰長石乃至中性長石に亙る成分を有する．紫蘇輝石は淡綠褐色柱狀結晶（長さ 0.2～1.0mm）を成し，辛うじて認められる多色性並に累帶構造を示し，磁鐵鑛粒及び燐灰石柱を包裹する．角閃石變質物（0.1～1.0mm）は輝石と磁鐵鑛との微粒の集合で，新鮮な

原鑛物を全く殘さず，ただその外形を留めてゐるのみである．單斜輝石（0.5～1.0mm）は淡褐色を帶びる普通輝石で，紫蘇輝石と比較して極めて少量存するのみである．橄欖石は單斜輝石，斜長石，角閃石，變質物等に包まれる不定形殘留結晶（0.1～0.3mm）として極めて稀に見出される．磁鐵鑛は直徑 0.1～0.3mm の等方形結晶として，輝石に附著し或は獨立に散點する．石基は斜長石，紫蘇輝石，及び單斜輝石の柱狀微斑晶（長さ 0.1～0.3mm）を除けば，同一鑛物の更に微小なる柱狀結晶，磁鐵鑛微粒，及び無色の間隙玻璃から成る．紫蘇輝石及び單斜輝石の微斑晶は前者を內，後者を外とする平行連晶を屢々示す．

上記の毛無山安山岩と略同樣の肉眼並に顯微鏡的性質を示す熔岩塊は毛無山から北方及び北東方の山地の脊稜部を成す礫岩層中に花崗岩礫と共に多量に含まれ，例へば吉岡町南西方の妙德寺部落背後の尾根上に於いて，花崗岩を蔽ふ礫岩層中の礫の一つとして長徑 10m に達する安山岩の巨塊が見出される．また鹿野斷層線の通過する洞谷，法樂寺間の峠附近に發達する礫岩層中にも同樣の安山岩塊が甚だ多い．その一個（No. 1892310）を顯微鏡下で觀察すると，その鑛物構成及び構造共に上記の毛無山安山岩と殆ど同樣で，たゞ觀察した薄片には橄欖石が見當らない事，二三の石英結晶が含まれる事，角閃石變質物が比較的少ない事，紫蘇輝石斑晶が纖維狀に絹布石化してゐる事等の點で後者と異なるのみである．石英は角張つた不定形結晶（0.1～0.5mm）として存在し，反應緣には圍まれてゐないが，外來結晶であるか內成斑晶であるか明かでない．

震央地域の第三紀層及び火山岩類の主なるものは以上の如くである．第三紀層の地質時代は明かでないが，三山口安山岩類は一般に綠色安山岩化し，山陰の他の地方や伊豆地方の中新統に屬する變質安山岩類に酷似するので，恐らくそれに伴ふ凝灰岩，凝灰角礫岩層等と共に中新統を代表するものであらう．同地域の花崗岩山地の山稜部に廣く分布する礫岩層は花崗岩塊の他に上記の鷲峰山及び毛無山安山岩類の礫を多量に含み，特に之等の山の近くに於いては凝灰質とも成り，更に一層多量且つ巨大の安山岩塊を雜へる．從つて，此の礫岩層は鷲峰山・毛無山火山の活動時代と同時或はそれに引續いて堆積したものに相違ない．礫岩層の時代が明かでなく同火山の活動時代も判明しないが，前に述べた樣に，前者は三山口安山岩類及びそれに伴ふ凝灰岩類よりも新しく見え，また鷲峰山・毛無山安山岩類は殆ど變質してゐないので，その噴出は第三紀としても中新世よりは新期に起つたものと推測される．

3. 段丘砂礫層．4. 砂丘砂層，河岸砂礫及び粘土層．之等の洪積統及び沖積統に關しては入念な觀察を行はなかつたので，玆に特に取上げて記載すべき材料を持合せてゐない．

鹿野及び吉岡斷層

鹿野，吉岡兩地震斷層線の上或はその近くに同方向の地質的斷層があるらしい事は既に述べた樣に地形からも略察せられた所であるが，兩線上の二三の地點に於いては明かに地質的斷層の存在が確められた．その主なる地點に就いて次に説明しよう．

鹿野斷層 ロ細見部落西方の法華經祈禱所入口の路傍に斷崖を成して露出する黑雲母花崗岩に斷層が認められる．同斷層は略東西の走向を示し，北方に約60°傾斜し，幅約20cmの斷層角礫岩を挾んで同岩質の黑雲母花崗岩を截るものである．その延長は同處から西方に約100m距たる祈禱所の瀑水の掛る花崗岩の斷崖にも顯著な裂罅として現れてゐる．最も注意すべき事實の一つは同地に於いては此の花崗岩を截る地質的斷層が鹿野地震斷層の一部として地震當時に於ける變位を實際に示してゐる事で，祈禱所入口の花崗岩斷崖は斷層の近くで著しい崖崩れを起してゐるのみならず，斷層の北側（上盤）は南側に對して東方に數十糎だけ押出されてゐる．（第23, 24圖）

同地點から南方に約30m距たる路傍には，花崗岩及びそれを貫く安山岩々脈を截る小斷層が走向北80°東，傾斜北50°を示し，その北側を反對側に對して約20cm落下せしめてゐる．走向及び傾斜から見て，此の小斷層も上記の斷層に附隨したものと考へられる．

洞谷部落の谷奥の鹿野地震斷層通過地點附近に露出する花崗岩は著しく風化分解して土壤化してゐるが，その一部に明かに花崗岩及びそれを貫く半花崗岩の細脈を截る小斷層列が發達する．此の小斷層列は鹿野地震斷層線に平行で北80°東或は略東西に走り，北方に50～70°傾斜し，北方に20～100cmの階段狀落下を示してゐる．（第17圖）

鹿野町南方の小畑，出合姓間の山地に於いては，鹿野地震斷層線の通過地域の花崗岩の一部が既に記載した如く著しく角礫岩化してゐる．

之等の事實から判斷すると，鹿野地震斷層は既存の地質的斷層或はそれに近く現出し，少くともその一部は後者の再活動に因つて地表に現れたものに相違ない．

吉岡斷層 斷層面の所在，走向及び傾斜は直接確認されなかつたが，吉岡地震斷層線の通過する所に略一致する地質的地層の存在する事は否定出來ない．即ち前に述べた如く，吉岡町と三山口部落との間の山道附近に分布する第三紀層は西南西一東北東方向に走る地震斷層線を丁度境として，同線の南側に發達する花崗岩に對して斷層を以て接するものゝ如くである．また三山ロ部落東邊に近く，地震斷層線の通過地點附近に露出する綠色安山岩は著しく角礫岩化し，更にその東方に於いては花崗岩が肉眼的にも顯微鏡的にも同樣に著しく角礫岩化し，また粘土化してゐる．之等は何れもそ

の附近に地質的斷層が存在し，同斷層の生成運動に際して破碎作用を受けた事を示すものであらう．故に吉岡地震斷層も亦既存の地質的斷層に沿つての新期地塊運動の表れと見る事が出來る．同斷層附近に三山口安山岩類を初めとして，石英閃綠岩，石英閃綠玢岩，粗面岩等が特に發達するのは注目に値する事實であつて，之等火成岩類の噴出及び貫入が吉岡斷層の最初の出現以前であつたとしても，兩者の間には何等かの因果關係或は共通の起因があつたものと考へられよう．

鹿野・吉岡兩地震斷層の觀察

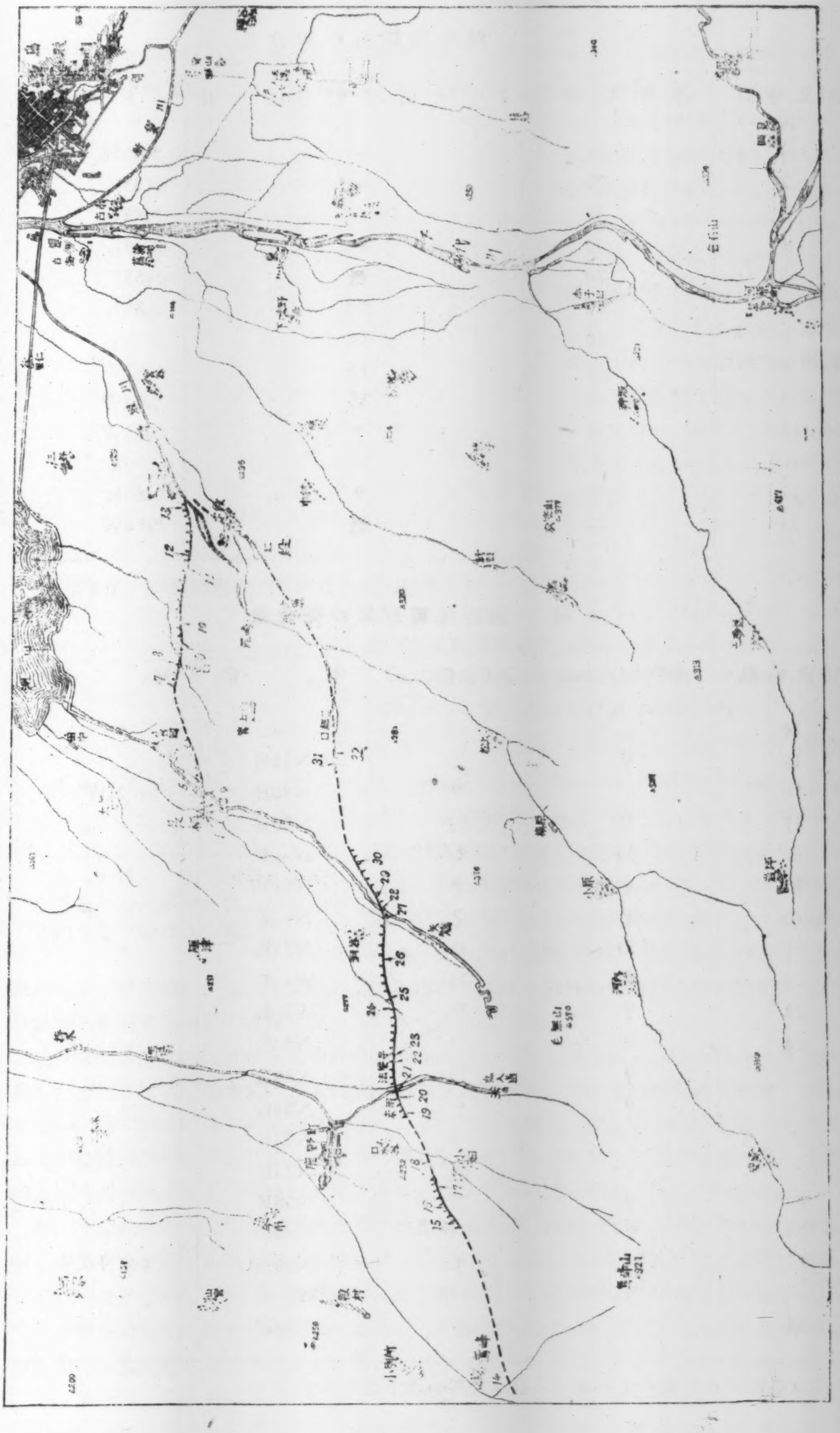
今回の鳥取地震に伴つて一つの地震斷層が鹿野町から南東方に約 1 km 距たる末用に，また他の一つが吉岡町から南西方に約 500 m 距たる地點に，夫々道路及び田畑を橫斷して新しく現れた事は同地震の直後に現場に先行した萩原尊禮敎授其他の本所員の調査に依つて逸早く報ぜられた．筆者はそれに依つてその所在を勞せずして知り得たのであるが，尙その地質的意義を明かにするために，兩地震斷層の地表表現の追跡を試みた．調査日限の都合上，此の追跡は鹿野町附近から鳥取市西郊附近までの震央地域內に限られ，それ以外に遠く及ばなかつたが，結果から見れば，地表に現れた兩斷層の主要部は同地域內で略終つてゐるものと見られる．次にその要點に就いて觀察した結果の大要を說明しよう．

吉岡斷層 此の地震斷層を略連續的に地表で追跡する事の出來た範圍は，西は吉岡町の南西方に位する長柄部落の南端から東微北方向に新町，吉岡神社，三山口，大塚等を經て野坂部落の南端附近に至る東西に略 4.5 km の間である．(以下 1，2，……の番號は第 8 圖上の同番號に一致し，觀察點の概略位置を示す.)

1. 瀨田藏から長柄の方向に流れる谷川の右岸に設けられた用水溝兩側のコンクリート壁及び溝底が北 40° 西方向に割れ，その割目の北東側が反對側に對して東方に 25cm の移動を示す．此の割目の北西延長方向に當る川の左岸の花崗岩山地には二三の小規模の崖崩れはあるが，地震斷層の形跡らしきものは認められず，それより更に西方の堤見，雁津等の部落の在る谷に於いても見當らない．故に此の地震斷層の少くとも地表への現れは長柄附近に於いて事實上終結したものと考へられる．

2, 3. 2 から 3 に至る間は上記の長柄の谷の右岸を成す傾斜地で，花崗岩を蔽つて谷間に堆積した砂礫層及び崖錐堆積物から成り，一帶に畠に耕されてゐる．地震斷層は 2 の地點に於ては芋畠の畦の整然たる水平的彎曲として現れ，北 85° 東に走り，上下には變位を殆ど示さないが，水平には南側に對する北側の東方變位約 20cm を示す．その延長に當る 3 の地點に於いては，桑畠の中に同走向の截然たる直線的割目が生じ，その北側の桑株の列は南側のそれに對して東方に最大 30cm の水平移動を示す．

4. 新町の人家に近い 4 の地點に於いては，吉岡町から新町に至る山寄りの舊道を橫切る北 85° 東方向の割目が現れ，その北側は反對側に對して東方に 30cm の水平變位を示す．3 と 4 と



第 8 圖 鹿野，吉岡兩地震斷層線圖（線上の數字は本文中に說明する觀察地點の番號）

第 2 表　吉岡地震斷層の變位量

測定地點	水平移動 (cm)	垂直移動 (cm)	走向
1	25	—	N40W
2	20	—	N85E
3	30	—	N85E
4	30	—	N85E
5	70	微	N85E
6	40	15	N85E
7	10	10	N70W
8	20	10	N80W
9	90	15	N74W
10	?	?	N85W
11	?	50	N80E
12	?	?	N80E
13	70	微	N80W

第 3 表　鹿野地震斷層の變位量

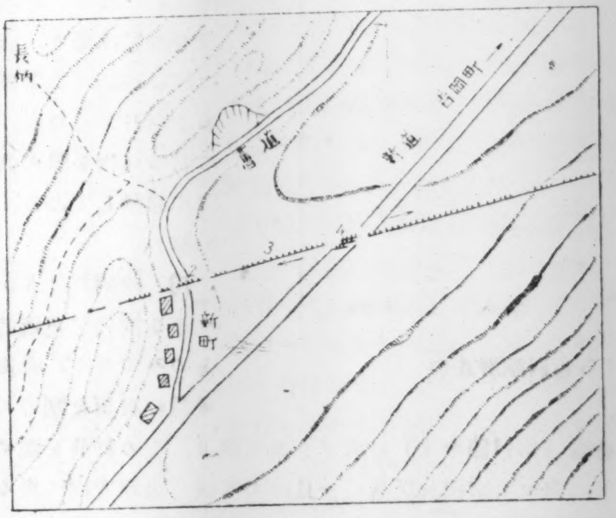
測定地點	水平移動(cm)	垂直移動(cm)	走向	傾斜
14	—	—	—	—
15	?	?	N70E	
16	?	?	N80E	60°NW
17	?	12	N80E	
18	30	30	W－E	
19	?	?	N80W	
20	?	?	N75E	
21	150	35	N75E	
22	?	75	W—E	
23	?	30	W—E	
24	30	60	N80E	
25	?	15	N80E	
26	?	?	N80E	
27	60	5	N75E	
28	?	微*	N75E	
29	?	25*	N55E	
30	?	50*	N70E	
31	?	?	N80E	60°N
32	?	13*	W—E	
33	?	微*	N30E	

* 印は斷層の東南側の沈下量，其他は北側の沈下量を示す．

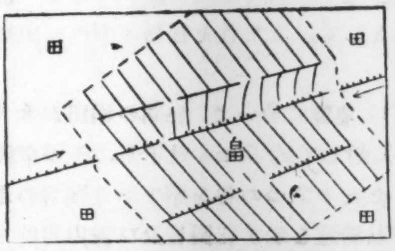
の間には風化分解せる花崗岩の小丘が南北に延びる尾根を成し，地震斷層は灌木の密生する此の小丘を横切る地割れとして3から4（第9圖の1から2）の地點に續く．

5. 4と6との略中間に菜畠が在り，元來直線的であつたその畦が北85°東方向の割目を境として第10圖の如く變位し，その北側は南側に對して最大70cmの水平移動と僅かな量の沈下とを示す．（第42圖）

6. 吉岡町から新町方面に通ずる南50°西方向の直線的な新道上の6の地點は吉岡地震斷層が最初に確認された所で，此の道路の水平並に垂直變動が明かに認められる．（第25～29圖）．此の地點の道路は幅約5mに亙つて北85°東方向に平行に走る數條の割目に依つて横斷され，その北側は反對側に對して東方に最大40cmの水平移動と15cmの沈下とを示す．



第9圖　吉岡町南西方に於ける吉岡斷層走向



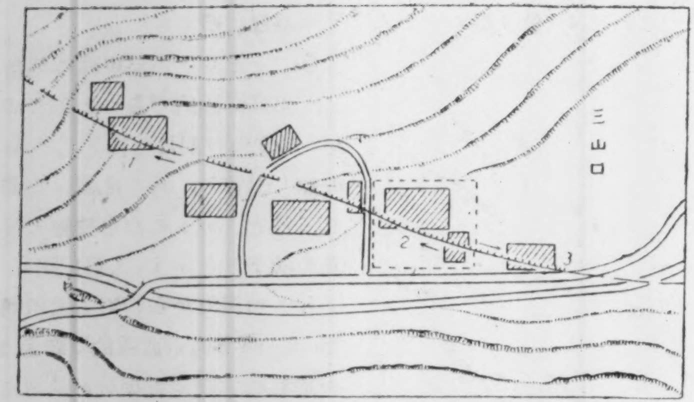
第10圖　吉岡斷層上に於ける畠の畦の變位狀況を示す模式圖（第9圖の3の地點）

此の地點の道路の左右一帶は幅約300mの間に亙つて吉岡の谷を深く埋める廣闊な沖積平地で，大部分は稻田である．稻の穗先は6の地點を通つて北85°東方向に走る一線を境として北落ち及び北側の東方移動の喰違ひを成し，或は稻株は此の一線に沿つて激しく亂れ，（第41圖）地震斷層が同線の方向に谷を横切る事を示す．谷を過ぎて吉岡町東南側の山地に入つて後，地震斷層は同方向に續き，吉岡神社境内の裏山を經て次の7の地點に現れる．此の間の地震斷層は一點一點には追跡されなかつたが，多くの地割れの他に山崩れとしても現れて居り，山地の尾根寄りの花崗岩と山麓側の第三紀層とを境する地質的斷層に從つてゐるものの樣である．

7. 此の地點は吉岡町から三山口に通ずる山道の峠近くで分れる小徑の峠で，附近には三山口安山岩類と同質の綠色安山岩及び玄武岩を主とする凝灰角礫岩層から成る山腹に山崩れが在る他に，北50～70°西方向の割目が多い．その一つは峠の小徑を北70°西方向に横切り，北側の東方移動約10cmと北落約10cmとの變位を示す．また同峠南側の尾根上には，芝地に2條の北50°西方向の大きい割目が在り，その北側は最大約30cm沈下する．（第30圖）

8. 上記の峠から三山口部落内の8の地點に至る間，地震斷層は三山口安山岩類の熔岩及び凝灰角礫岩から成る山地の灌木の密生する斜面に東微南方向の割目として斷續的に現れる．而して8の地點に於いては，原俊英氏宅（第11圖の1）の床下に北80°西方向の地割れが生じ，その南側は反對側に對して約10cm盛上がり，西方へ約20cm移動し，土臺の石組みに垂直及び水平の喰違が認められる．建物自體は瓦葺平家で，大して傷まず，傾いてもゐない．

9. 原氏宅から東方に約100m距たる9の地點に於いては，有田暢義氏宅（第11圖の2）の主屋の南西隅から庭先を南75°東方向に横ぎり，納屋下を通る直線的の地割れが生じ，その北



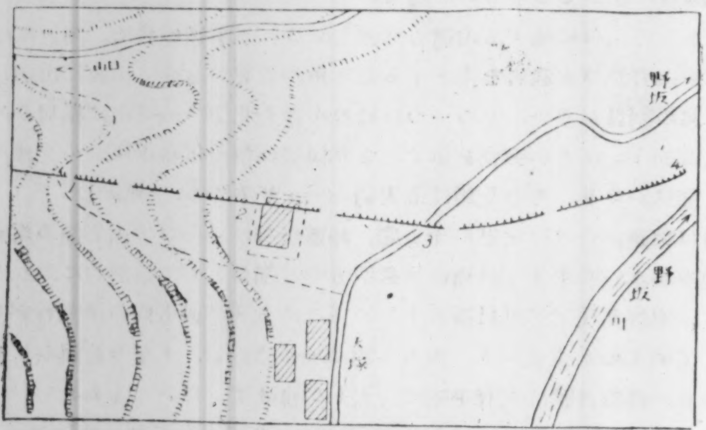
第11圖　三山口に於ける吉岡斷層走向

側は南側に對し東方に最大 90cm 移動し，約 15cm 沈下してゐる．ために草葺の主屋は傾き，西南隅の柱は地割れの南側に在る土臺石から外れ，左側に在る建物全體と共に東方に移動してゐる．(第32, 33圖)

10. 地割れは 8 から 9 に至る間殆ど連續的であるのみでなく，有田氏宅東側の石垣を割つて後，更に東方に延びて平家瓦葺の部落會場（第11圖の 3）の床下を斜に截り，その軒前を通ずる道路及び小川を南 84° 東方向に横切り，次いで稻田及び畠に一旦出でて後，東西方向に走る谷の南側の山地に掛つて居り，明かに地震斷層の表れと認められるものである．此の山地に掛つてから，地震斷層は谷の平地との境近くを略東西に走り，三山口部落の近くに於いては尙綠色安山岩及び同岩質砂礫層から成る地域を通過するが，間も無く花崗岩地域に入つてゐる．而して此の間に於いて，同斷層は尾根を横切る所には崖崩れとして，また谷を横切る所には田畑上の地割れ，畦の彎曲等として現れてゐる．

11, 12. 例へば，三山口と大塚との略中間に當たる 11 地點に於いて，谷間の稻田が北 80° 東方向の一線を境として上下に屈曲し，その北側は南側に對して約 50cm 沈下し，その東隣りの 12 の地點の谷間に於いても稻田の畦が同樣に歪み，また此の二つの谷を距てる花崗岩の尾根には割目と崖崩れとが認められる．前に記載した角礫岩狀構造を示す花崗岩及び安山岩は三山口部落以東の此の地震斷層が通過する地域に見出されるものである．

13. 大塚部落に降る峠附近から東方に開く谷に入つて，地震斷層は谷間の田畑上を南 70° 東方向に連續する直線的の地割れとして現れ，その北側は南側に對して最大約 35cm 沈下してゐるが，測定可能の水平移動を示さない．而して同斷層は谷の出口に當たる 13 の地點に於いて塚谷一美氏宅（第12圖の 2）の床下に南 80° 東方向に走る幅約 50cm の地割れを生ぜしめ，此の割目の北側は南側に對して東方に 70cm 移動し，僅かに沈下する．同氏宅は草葺で，其儘にては到底住むに耐へない程傾斜し且つ傷み，地割れの北側に跨がつたその一部は地面の沈下と水平移動とのために土臺石から全く外



第12圖　吉岡斷層東端の走向

れて浮いてゐる.（第31圖）

此の地震斷層は塚谷氏宅地の北東隅から更に東方に續き，稻田に蔽はれる野坂川左岸一帶に發達する廣闊な沖積平地上を野坂部落南端近くまで明瞭に追跡される．此の間，大塚から野坂に至る道路を横切る地點（第12圖の3）に於いては，北 80° 西方向の地割れが現れ，その北側は南側に對して約 13cm 沈下し，僅かに東方に移動してゐる．道路の左右の稻田上に於いては，斷層線に沿つて稻穗の列，畦等が上下及び左右の喰違ひを示す．野坂部落に近い野坂川左岸の稻田の畦を横切る斷層割目は北 85° 西方向に走り，その北側は南側に對して約 15cm 沈下し，東方に 10cm 移動してゐる．

野坂川の右岸の沖積平地には，上記斷層線の東方延長に當つて，田畑及び道路上に割目，地盤沈下等が多い．またその東側の花崗岩及び第三紀層から成る丘陵及び此の丘陵と千代川左岸との間に擴がる沖積平地にも，同斷層線の延長に當つて，同樣の地盤變動が處々に認められる．然し夫等は震央地域内の地震斷層線から距たる部分に見出される種類のもので，野坂以西に於いて認められる如き系統立つた配列方向，形狀，及び變位を示さない．從つて，地形的には地質的吉岡斷層は野坂からその東側の丘陵を眞東に横切つて鳥取市南郊の千代川河岸平地に通ずる樣にも見られるが，吉岡地震斷層の東翼は少くとも表面的には野坂に止まり，それより東方には現れてゐないものと考へられる．

斯くして吉岡斷層は，長柄から野坂まで約 4.5km の間，北落ちで略東西の一般的走向を以つて連續する．その斷層面の傾斜の方向及び角度は明かでないが，斷層走向の部分的に屈曲する模樣と附近の地形とから判斷すると，殆ど垂直に近いには相違ないが，全體として垂直から多少南方へ傾くものゝ樣である．斷層線上の地割れの走向は各地點毎に測ると，必ずしも斷層の一般的走向に一致せず，例へば大塚，野坂間に於いて後者は略東西であるが，前者は屢々西微北方向を示す．之は斷層の地表上の表れである地割れが特に田畑の如き軟土上には雁行的に生じ，必ずしも連續的の一線を成さないためである．

鹿野斷層　此の地震斷層を略連續的に追跡し得た範圍は，西は鷲峰山北側の山麓から東北東方向に末用，法樂寺，洞谷，及び雙六原を順次通過して，東は口細見に至る間の東西約 8km の區間である．

14. 鹿野斷層の南西延長に當る鷲峰部落背後の緩傾斜の臺地は鷲峰山の山麓に發達した扇狀地及び段丘堆積物と見られる安山岩塊を主とする砂礫層から成る．その一部分である鷲峰神社裏手の 14 の地點附近に於いて，緩傾斜地に階段狀に設けられた稻田及び畠に地割れや石垣の崩れ等が多いが，夫等に一定の配列や變位は認められない．また鷲峰から南方の矢原方面に通ずる道路上にも地震斷層の形跡らしいものは見當らない．故に鹿野地震斷層は少くとも表面的には鷲峰にまでは到達してゐないものと考へられる．同斷層の更に南西方延長に當たる俵原部落（小鷲河村河内から三朝溫泉に至る間の佐谷越峠の近く）の鳥取地震に因る全壞が報ぜられたので，同斷層は此の部落附近を經て三朝方面にまでも現れたかも知れないと疑はれたが，鷲峰附近に於いて既にその形跡を絶つたので，此方面までは追跡されてゐない．

15. 鹿野町南方の出百姓から小畑に通ずる山道の略中間に當る此の地點に於いては，地震斷層は谷間の稻田上を南 70° 西方向に走る地割れに續いて，角礫岩狀花崗岩からなる一つの尾根

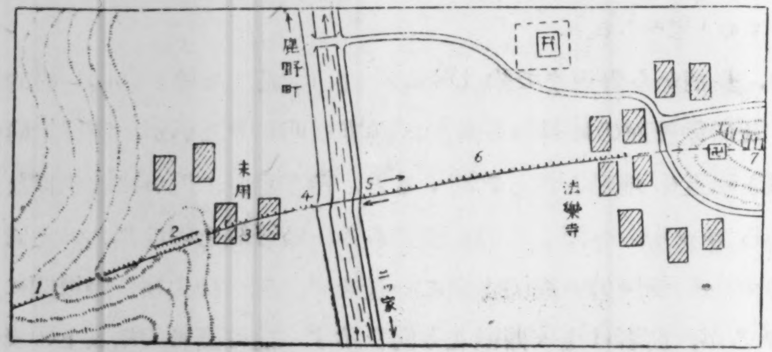
の側斜面を截る割目として現れる.

16. 前地點と同樣に，此の地點に於いても斷層は角礫岩狀花崗岩から成る他の一つの尾根の側斜面を截る割目として現れ，その斷層面は走向南 80° 西，傾斜北 60° を示す.

17. 15 と 16 との間及び 16 から次の 18 の地點に至る間に於いては，南西から北東に向ふ谷の中の稻田に，畦や小徑を截り，田を割り，稻の穗並を亂す連續的な地割れが在り，その一點 17 は走向東西乃至北 80° 東，北落 30cm 內外，及び北側の東方移動 30cm 內外を示す．同區間の他の地點に於ける變動も之と略同程度である.

18. 地震斷層を代表する此の谷間の稻田上の地割れを更に東方に追跡すると，18 の地點で固結した礫岩層崖の前面上に北落ちの滑り面が生じ，北 80° 西に走り，北に 80° 傾斜する．斷層は此の地點から東方に小畑部落北西側の臺地狀丘陵を橫切り，同丘陵上の畠及び灌木林中に略東西方向の地割れとして現れる．小畑から鹿野町に通ずる道路を橫切る所には垂直並に水平移動の明瞭な同斷層の形跡は認められないが，路傍の礫層から成る斷崖に崩壞あり，また河岸のコンクリート壁に割目が見られる．斷層は此處から川を橫切つてその東側の花崗岩山地に入り北東に走つて末用に達するが，此の區間の變位の模樣は追跡されてゐない.

19. 末用西側の花崗岩の尾根を南西から北東に斜めに橫切つて後，地震斷層は 19 の地點の谷間に降つて畠の上に北 75° 東方向に走る地割れとして現れ，更に同谷の東側尾根の末端に當る高さ數米の風化花崗岩の丘を幅 1m 內外の地溝狀割目の形で越す.（第13圖 1～2）



第 13 圖　法樂寺，末用附近に於ける鹿野斷層走向

20. 前記の小丘を東方に橫切る同斷層は直ちに鹿野街道に面して 20 の地點に前後に並ぶ 2 戶の人家（第13圖の 3）の床下を北 70° 東方向に貫ぬく．2 棟共に草葺家で，一見殆ど完全の樣であるが，何れも倒壞の恐れある程度に曲り且つ傾斜し，戶障子，床等はひどく傷んでゐる．兩家を貫く地震斷層の形跡は旣に踏荒され，自然の儘の變位の模樣を示さないが，裏の家ではコンクリート固めの土間に大きい割目として殘る.

21. 末用の前記人家を貫く地震斷層は 21 の地點に至り，南北に通ずる鹿野街道及び道傍の川を北 75° 東方向に橫切つて，法樂寺側の稻田の中に入る.（第13圖 4～5）同斷層は此の地點に於いて，標式的に現れ最初に確認されたものであつて，元來殆ど平坦且つ直線的であつたと思はれる川の左岸堤防上の鹿野街道は斷層を境として上下及び左右に撓曲し，道側の玉石入コンクリート固めの護岸壁は罅割れてゐる．即ち道床は旣に修理され，斷層上の變位を正確に測り得る狀態を留めてゐないが，北側の南側に對する相對的沈下と東方移動とは明かに認められる．川の右岸の堤防を截る斷層の形跡は左岸と同樣の玉石雜りコンクリート固めの護岸壁及び堤防上に截然たる罅割れと水平並に上下の喰違ひとして現れて居り，斷層の北側は南側に對して約 35cm の沈下と約 150cm の東方移動とを示す．護岸壁の面上に見られる裂罅は北方に 70° 內外の傾斜を示すので，之が斷層自體の表れであるとすれば，斷層面は北方に此の程度に

傾斜するものと考へられる．（第34～38圖）

22. 前記地點から稻田の中を殆ど眞東に走つて法樂寺部落内る入る斷層は二三の人家の庭及び家屋の間を通つて22の地點に至る．此の地點には，法樂寺谷の北側を成す尾根の先端に當つて，風化花崗岩の小丘が在り，その北側が東西に長く崩壞し，高さ十數米の新しい斷崖を形成してゐる．

23. 花崗岩の小丘を稍斜めに縱斷して後，斷層は略東西に向ふ法樂寺谷間に入る．23の地點に於いては，同斷層は洞谷方面に通ずる道路を横ぎり，更にその傍の人家の北邊をかすめて南80°東方向に走る．此處には道路上及び人家の敷地に北落最大100cm程の喰違が生じてゐるが，水平移動は殆ど認められない．

此の地點から東方には，斷層は谷間の南側寄りの稻田及び畠に略東西に走る連續的の地割れ，畦の喰違ひ或は撓曲等として現れ，例へばその北側は南側に對して一地點に於いて75cm，他の地點に於いては30cmの沈下を示す．然し水平移動は一般に不明確である．

24. 法樂寺の谷の東端近くに達して後，同斷層は北80°東の走向を以て藪の中に入り，法樂寺と洞谷とを距てる花崗岩及び礫岩層の山地を西から東に横切り，兩部落を通ずる山道の峠の兩側近くに大きい崖崩を起してゐる．峠から東方に少し降つた所の24の地點に於いては，毛無山安山岩と同質の安山岩の巨塊を雜へる礫岩層の山腹急斜面が北80°東方向に深く割れ，その割目の北側は相對的に最大約60cm沈下し，東方に30cm移動してゐる．之が單なる山腹急斜面の重力に因る滑りの結果でない事は沈下した北側が斜面の高い側である事から明かである．

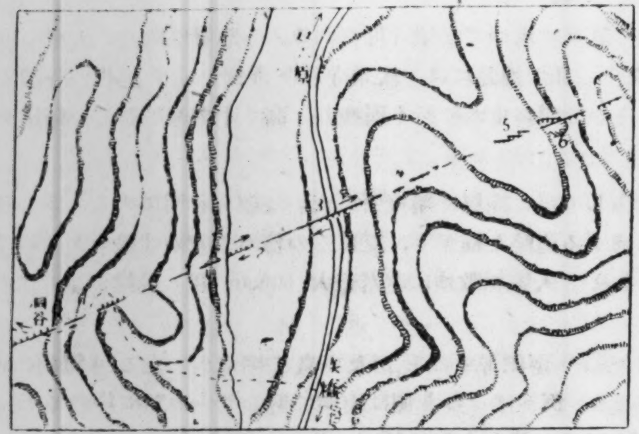
25. 此の地點に於いては，上記の峠からの連續として．北落15～40cm及び走向北80°東の地割れ（水平移動僅少）が南西から北東に向ふ谷を斜めに横切つて稻田上に現れる．而して，その東方延長は谷の東側を成す花崗岩の尾根に地割れ，崖崩等として續き，洞谷部落南西方の谷間に再び現れる．

26. 洞谷の谷奥に當る此の地點附近には垂直並に水平變位の明瞭な斷層の形跡は認められないが，谷側の風化花崗岩を截る割目，谷間の稻田を圍む畦及び石崖の崩れ等は斷層が北80°東の走向を以て東側に向續く事を示す．此の地點附近の花崗岩には前に述べた如く舊い小斷層が多い．（第18圖）

27. 前記の地點から更に北東に延びて，洞谷と矢矯との谷を距てる尾根を斜めに横斷する地震斷層は，兩部落を通ずる山道の峠附近に於いて，花崗岩を蔽ふ礫岩層に北75°東に走る割目として現れ，依然として多少北落ちの變位を示す．（第40圖）但しその水平移動は正確に測り得る程には明瞭に現れてゐない．此の尾根を越へて矢矯の谷に入ると，27の地點に於いて，同斷層は谷川の右岸に設けられてゐる灌漑用水溝のコンクリート壁を北75°東方向に割り，その割目の北方側は相對的に約5cm沈下し，東方に60cm移動してゐる．此處から次の地點に至る間には谷間の稻田に地割が續く．

28. 雙六原から矢矯に通ずる道路上の此の地點（第14圖の3）に於いて，斷層の形跡は，既に踏荒されたためか或は道路の修理せられたためか，判然としないが，北75°東に走り，若干南落ちの變位を示す．（第39圖）道路東側の花崗岩の丘に同斷層を追跡すると，灌木の密生する藪の中の風化花崗岩の急斜面上に北75°東方向の深い割目が在り，丘の上の芝地及び畠には雁行狀の地割れが見られる．

29. 上記の丘の東側の狹い谷間に當る此の地點に於いては，稻田上に北70°西方向の地割れが雁行狀に北55°東方向に竝び，その南東側は相對的に約25cm沈下し，南西へ若干移動して

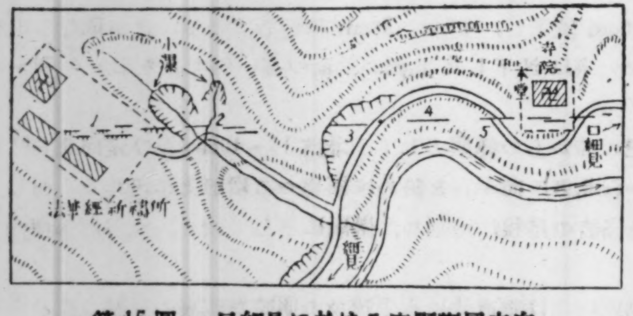


第14圖　矢橋附近に於ける鹿野斷層走向

ゐる．此の地點の東側の尾根に上ると，再び花崗岩の斜面上に割目が續く．（第14圖の6）

30. 雙六原から細見に越へる山道上の此の地點に於いては，路上及びその傍の稻田上に北70°東方向に走る地割れが在り，南落50cmの變位を示す．

同斷層は此の地點から更に北東方に續き，花崗岩及びそれを蔽ふ第三紀礫岩層から成る山地を斜めに横斷して次の地點に至る．此の區間の西半部には依然として谷間や尾根に殆ど連續的の地割れが確認されたが，實際に踏査されなかつたその東半部にも追跡されるに相違ない．



第15圖　口細見に於ける鹿野斷層走向

31. 此の地點は口細見部落西端の法華經新禱所で，その前庭に走向東西で南落ちの地割れが雁行及び平行的に多數生じ，またその連續として，同所入口の道路右側の花崗岩に割目及び崩壞が生じてゐる．前に述べた花崗岩を截る地質的斷層が地震斷層と一致するのは此の地點である．（第15圖の3）

32. 此の地點の道路上に走向東西の地割れが生じ，その南側は約13cmの沈下を示す．此の地割の西方延長は路傍を流れる谷川の岸壁の崖崩れ及び用水溝のコンクリート壁の割目として，また東方延長は路の東側に建つ寺の前庭に地割れとして現れる．此處から東方に約500m距たる口細見部落内に至る間には，同方向の地割れが田畑，道路，人家の庭等に追跡されるが，同部落から東方にはその連續らしいものは見當らない．

33. 口細見の谷から野坂川沿岸の廣い冲積平地に出ると，上原及び上段部落邊りの田畑，道路，橋梁等に損傷多く，上段部落を載せてゐる高さ5～10mの段丘に崖崩れ在り，人家の損傷も多いが，鹿野斷層の形跡と認められる地變は見出されない．ただ下段部落に近い33の地點に於いて，冲積平地の稻田上に北30°東方向に走る東落ちの地割れが長さ約100mの間續いて現れてゐる．然し之が果して鹿野斷層の續きであるかどうかは斷言し兼ねる．

以上の如き觀察の結果，鹿野地震斷層は鷲峰山の北麓から口細見に至る迄殆んど連續的に現れた事が判る．而して同斷層兩側の變位狀況を見るに，水平移動は全區間に亙つて一樣で，北側が相對的に東方に移動してゐるが，垂直變動は雙六原と洞谷との中間邊りを境として東西相反し，東半の南落ちに對して西半は北落ちである．即ち同

斷層はその略中央邊りを軸心とする蝶番斷層である.

鹿野斷層の口細見以東への延長は地表にその確實な形跡を表さないが，地質的に見た同斷層線は口細見の谷から野坂川及びその東側の山地を横切つて直線的に東方に續かない様であるから，假りに鹿野斷層が地震的にも地質的にも口細見以東に尙續くものとすれば，野坂川の谷に沿つて北東に走り，野坂に於いて吉岡斷層と交はるか，或は之と合同して更に北東方に向ふに相違ない．同方向の野坂川下流の冲積平地に地割れや工築物の震害が多く，特に野坂川と千代川との合流點附近の田畑には多くの地割れと砂の噴出孔とが，更に北東に至れば，濱坂砂丘帶の北東部にも著しい地割れが追跡される．之等は地震斷層自身の形跡ではないが，その延長方向を暗示する地變と見られない事もない．

吉岡，鹿野兩斷層を比較するに，長さの點では前者は後者に劣るが，變位量に關しては兩者共に同程度であつて，相互に雁行し，その間に正副或は主從の關係は無さそうである．また兩者は變位の性質を異にし，吉岡斷層は殆ど垂直或は南方に急傾斜する斷層面を有する逆斷層であるらしく，他は北方に 60～70° 傾斜する斷層面を有し，西半では正斷層，東半では逆斷層の形式の變位を示す．兩斷層を境として，震央地域は北，中，及び南の 3 地塊に分たれる．之等の地塊の東西兩側の境は明かでないが，兩斷層が野坂附近に於いて交叉或は分岐するものであるとすれば，震央地域の略中心に當つて，東方に楔狀に尖滅する地塊が在るとも考へられる．然し地震に際して，どの部分が實際に動いたかは明かでない．

總 括

1. 鳥取地震の震央地域は花崗岩類，新第三系，洪積統，及び冲積統から成る．花崗岩類は所謂中國花崗岩に屬する黑雲母花崗岩，半花崗岩等である．新第三系は綠色輝石安山岩質熔岩，凝灰角礫岩，及び凝灰岩層と角閃石・紫蘇輝石安山岩質熔岩，凝灰角礫岩，及び礫岩層とから成る．その地質時代は確められないが，前者の一群は恐らく下部中新統で，後者の一群はそれより多少新期に屬するものかも知れない．尙前者に屬する脈岩として綠色安山岩及び石英閃綠岩，頸岩として粗面岩が在る．

2. 震央地域の地質構造は比較的簡單で，地形並に地質的に重要な意味を有する斷層を除り多く伴はない．然し吉岡町から三山口を經て野坂に至る略東西方向の一線と鹿野町の南方約 1km の地點から洞谷及雙六原を經て口細見に至る一線とには地形並に地質的に斷層が認められる．前者は吉岡斷層，後者は鹿野斷層と呼ばれる．

3. 鳥取地震に伴つて 2 條の地震斷層が現れた．その一は地質的の鹿野斷層に，他

は地質的の吉岡斷層に略一致する．特に前者の少くとも一部分は地質的斷層自身の變位に依つて示される．故に之等は地震斷層が既存の地質的斷層に殆ど常に關聯して發現する事を示す點で重要な意味を有する．

4. 吉岡地震斷層は全體として略東西に走り，約 4.5km の間殆ど連續的に追跡される．而してその北側は南側に對して相對的に最大 50cm (全般的には 10～40cm) の沈下と東方に最大 90cm (全般的には 10～40cm) の水平移動とを示す．その斷層面は殆ど垂直に近いが，寧ろ南方に急傾斜する逆斷層を表すものと考へられる．

5. 鹿野地震斷層は全體として南西―北東方向に走り，約 8km の間殆ど連續的に追跡される．而してその南西翼に於いては，北側が南側に對して最大 75cm (全般的には 10～35cm) の沈下と東方に最大 150cm (全般的には 60cm 以下) の水平移動とを示し，北東翼に於いては，反つて南側が相對的に最大 50cm (全般的には 25cm 以下) と西方に僅少量の水平移動とを示す．その斷層面は北方へ約 60～70° 傾斜するものの如く，從つて雙六原附近を軸心とする蝶番斷層で，南西翼は正斷層，北東翼は逆斷層の形式を採る．

第 17 圖　花崗岩中の小斷層
(第 8 圖 26 の地點附近)

第 18 圖　第三紀礫岩層(上)
と風化花崗岩(下)

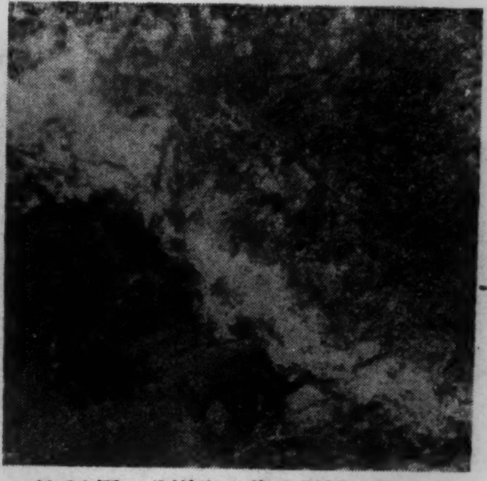
第19圖 第三紀礫岩層(上)と花崗岩(下右)及びそれを貫く安山岩脈(下左)

第20圖 双六原附近より南方に毛無山(中央)を望む

第21圖 尾崎粗面岩頸岩

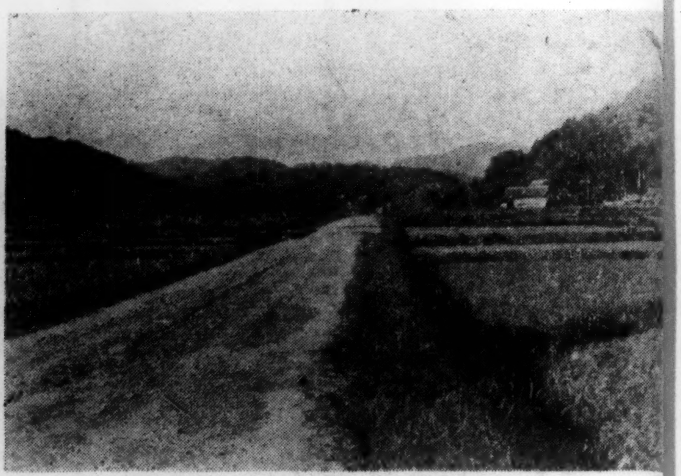
第22圖 角礫岩狀の尾崎粗面岩

第23圖 花崗岩を截る斷層(第8圖31の地點)



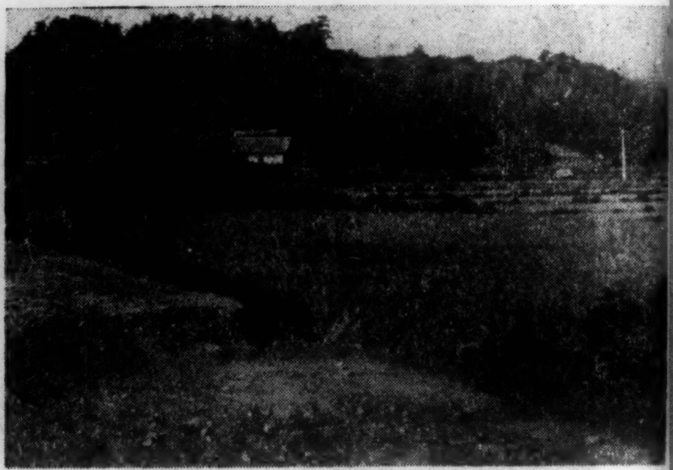
第24圖 花崗岩を截る斷層に沿つて發達せる磨擦角礫岩(第23圖斷層の一部)

第25圖　吉岡斷層を北東に見る
(後方の人家は吉岡町)

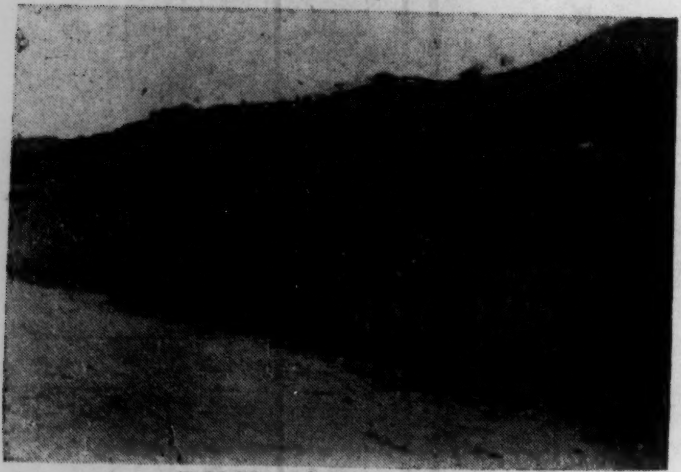


第26圖　吉岡斷層(道路の喰違ふ所)を
南方に望む

第27圖　吉岡斷層を北東方に望む
(後方の人家は吉岡町)



第28圖　吉岡斷層近景
(人家は新町の一部)



第29圖　吉岡斷層近景
(道路の南東側)

第30圖　三山口附近(第8圖7の地
點に於ける山地の地割れ)

第31圖　塚谷氏宅(第8圖12と13との間の地點)土臺下を通る吉岡斷層

第32圖　有田氏宅(第8圖8の地點)の土臺下を通る吉岡斷層

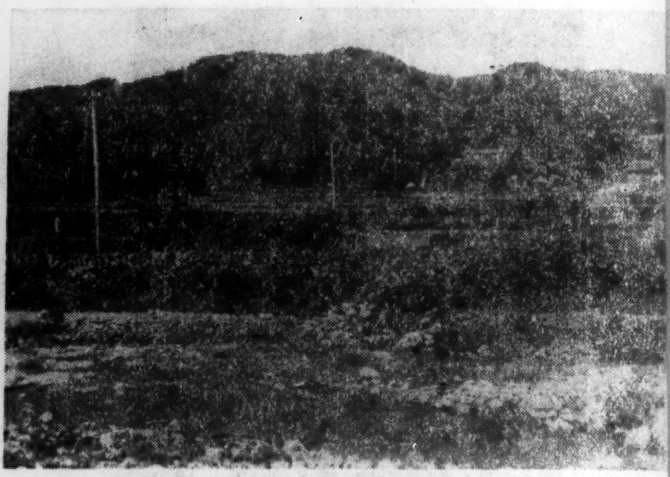
第33圖　有田氏宅前庭

第34圖　鹿野斷層を北方に見る(第8圖21の地點)鹿野町は左後方の小丘の左側

第35圖　河岸の堤防を截る鹿野斷層(第8圖21の地點)後方中央の山は毛無山

第36圖　鹿野斷層を南方に望む(左圖の川の對岸)

第37圖 鹿野斷層に因る道路の上下の喰違ひ
（後方の人家は末用）



第38圖 左に同じ（後方の人家は法樂寺）

第39圖 矢矯，双六原間の道路を截る鹿野斷層

第40圖 矢矯，洞各間の山地の峠附近に
見る斷層地割れ

第41圖 斷層に因る稻田の擾亂

第42圖 斷層に因る畠の畦の移動

2. 鳥取地震餘震調査概報

地震研究所　表　俊一郎

(昭和18年10月12日發表——昭和19年9月20日受理)

1. 緒　言

昭和18年9月10日19時37分鳥取地方を襲つた烈震により同地方は極めて著るしい震害をうけ6,000戸以上の全壞家屋を生じ1,000名を越える死者を算したのであつた.此の地震に先んずること略6ヶ月即ち3月4日及び5日には同地方は震度IVの強震[1]に相ついで見舞はれたが其の際には全壞5戸を數へる震害を生じたのにすぎなかつた. 3月の地震のあとに引きつづき同月20日迄に人體に感ずる300回以上の餘震が發生し其の後も比較的に多數の餘震が感ぜられて8月に及んだのであつた. 9月10日の地震による震害は場所により極めて激甚であつて日本海岸側の地震としては昭和2年3月17日の丹後地震以來の大地震と謂はれうるであらう.

筆者は此地震の餘震觀測を命ぜられて地震計7臺を携行11日朝東京を發つて現地に向ひ, 12日夕刻より觀測を開始して10月10日迄同地方に於いて觀測を繼續したので,ここに其の結果の概略を報告する次第である. ここに報告するものは上に述べた期間中に觀測せられたおびただしい數の餘震の中, いづれかの觀測點で10gal以上の加速度を與へた地震をえらび出して之等の地震について調査した結果である.

後にのべるごとく, 今回の鳥取地震の餘震の發生地域は可なりの廣い範圍にわたつたので, 觀測網もそれに應じて廣範圍に分散せしめることが必要であつた. 之に對し,發生する地震の中には極めて震源の淺いと思はれるものがあつて少しく距つた觀測點にてはも早記錄せられないか又は記錄せられたとしても極めて小なる記錄しか與へないものがあり, 各觀測點について地震記象を對應せしめるにあたつては同一地震の記象であるや否やに疑問を生ずる如きものが比較的多數であるため, ここには混同の恐れのない大きな地震のみを選び出して其等の地震について考察を行ふこととする.

---

1) 表俊一郎　地震研究所彙報　21 (1943), 435.

2. 地震計の設置

本震の直後には餘震の發生が極めて頻繁であつて，ほとんど連續的に震動が感ぜられたことが，鳥取市に於て今回の烈震に遭遇した人々によつて報ぜられてゐる．筆者等が12日居組驛にて下車した當時に於ても未だ餘震の發生は相當に頻繁であることが認められたので，1臺の地震計は先づ居組の國民學校に据ゑられ同日夕刻より觀測が開始せられた．翌13日には鳥取着，同日午後より市內師範學校にて觀測が始められた．翌14日郡家，青谷，倉吉及び吉岡に地震計を運び，倉吉に於て實際に觀測が始められたのは18日となつたが，他は即日觀測が開始せられた．觀測網は14日午後に至つて一應出來上つたことになる．15日浦富に地震計設置，16日鹿野斷層が見出されたので17日浦富の地震計を引上げ，翌18日鹿野へ設置，20日郡家の地震計引上げ斷層線より南側に1ケ所も觀測點がないので明治村槇原に設置，この頃地震の發生地域が以上觀測網をもうけた地域より更に西に擴つてゐることが推察せられたので23日居組の地震計を引上げ25日倉吉に加速度計を設置，27日倉吉の變位計を岩井へ移轉，23日東京より水平動加速度計1臺到着，萩原博士の御好意により餘震觀測に使用させていただくこととなり，鳥取師範に設置する．其の後28日倉吉附近に震度IVの强震發生しそれに伴ふ餘震が極めておびただしく多數發生したので，その震源をきめるため三朝及松崎に加速度計を設置して觀測を行ひ10月10日迄繼續した．10日以後は鳥取，青谷，鹿野及び倉吉の4箇所に觀測を委託して歸京したのであつた．

使用した地震計は携帶用水平動加速度計5臺，携帶用逆立振子型水平動變位計2臺及びあとから到着した加速度地震計1臺計8臺で夫々の器械の常數は下の表の如くである．

第 I 表

地震計	成分	重錘の質量	自己振動週期	制振器	倍率	制振率
携帶用加速度計	水平	7.5 kg	0.12 sec	空氣制振器	100	1:10
携帶用逆立振子型變位計	水平	6	6.0	空氣制振器	21	1:8
水平動加速度計	水平	13	0.15	空氣制振器	213	1:10

此等の地震計の中1臺の變位計は吉岡に，他の1臺は始めは倉吉に後26日以後は岩井に設置せられたので他の觀測點は全て加速度計により觀測が行はれたこととなる．

3. 距離係數

以上の如くして得られた記象に基き概略の震源の位置を決めるために此の概報に於ては今まで普通に用ひられてゐる初期微動繼續時間を利用する方法を採用した．大森公式 $D=kt$（D：震源距離，t：初期微動繼續時間）の常數 k の値としては，4箇の觀測點について求められた初期微動繼續時間より計算により求めることとした．

設置せられた觀測點の位置の標高は大差なくほぼ同一平面上にあると假定して差支へを生じないので，この平面上に互に直角なX軸及びY軸をとり鉛直下方にZ軸をとり，この直角座標軸に對して震源の座標を (X, Y, Z)，觀測點の座標を (x_n, y_n, z_n)，初期微動繼續時間を t_n とすれば

$$\sqrt{(X-x_n)^2+(Y-y_n)^2+z^2}=kt_n$$
$$n=0, 1, 2, 3.$$

である.[2)]

便宜上座標の原點を倉吉 (o, o, o) にとり，X軸を倉吉 → 鳥取 (x, o, o) の方向にとり，青谷及び鹿野の座標を夫々 (x_2, y_2, o) 及び (x_3, y_3, o) と定めれば觀測せられた t_n より震源の座標 (X, Y, Z) 及び k の値を求めることが出來る．k を求めるには

$$k=\sqrt{\frac{d_1^2(x_3y_2-x_2y_3)-(d_3^2y_2-d_2^2y_3)d_1}{\tau_1(x_3y_2-x_2y_3)+(y_3\tau_2-y_2\tau_3)d_1}}$$

玆に $\tau_1=t_1^2-t_0^2$，$\tau_2=t_2^2-t_0^2$，$\tau_3=t_3^2-t_0^2$ であり，d_1, d_2, d_3 は座標原點たる倉吉觀測點 (o, o, o) と觀測點 (x_1, o, o)，(x_2, y_2, o)，(x_3, y_3, o) との夫々の水平距離である．上に述べた4箇の觀測點で良好な記錄の得られた地震について k の値が求められた．k の値が求められたのは第II表に見られる7個の地震 (3, 6, 7, 8, 9, 10, 11) であつて得られた之等 k の値の平均値を以て距離係數の値を定めれば $k=8.0\pm0.5$ を得る．

先に昭和2年3月17日の丹後地震の餘震の調査に於て那須博士が用ひられた k の値は $k=8.41\pm0.3$ としるされてゐるが，ここで求められた値はそれよりは少しく小さいやうである．

大森博士が所謂大森公式の常數として最後に到達せられた k の値は $k=7.4$ であり，之は震央距離 50km～1000km 位の地震にあてはめて最も有効な値であることが檢震家によつて確められてゐる．併し餘震觀測に於ける震源決定に際して用ひられる値としては，一般の場合には，大森博士の求められた値よりは少さいのが普通であつて，

---

2) 那須信治　地震研究所彙報　**6** (1929), 245.

第 II 表

距離係數

		k
大正 12 年 9 月 1 日	關東大地震餘震	6.0
昭和 2 年 3 月 17 日	丹後地震餘震	8.41
昭和 5 年 3 月	伊東地震群	4.7
昭和 5 年 11 月 26 日	北伊豆地震餘震	5.5
昭和 10 年 4 月 21 日	臺灣地震餘震	4.79
昭和 11 年 2 月 21 日	河內大和地震餘震	6.15
昭和 11 年 12 月 27 日	新島地震餘震	5
昭和 13 年 6 月 18 日	大島の地震群	2.2+0.4d
昭和 14 年 5 月 1 日	男鹿地震餘震	5.1±0.3
昭和 15 年 7 月 12 日	三宅島噴火に伴ふ地震	2
昭和 16 年 12 月 17 日	臺灣嘉義地震餘震	5.5
昭和 18 年 9 月 10 日	鳥取地震餘震	8.0±0.5

現在までに所々の地震について求められた k の値は第 II 表に見られるごとくである. 之は $k=7.4$ が通用する地震は P 波の初期微動繼續時間が求められる地震であるのに對し, 大地震のあとに引きつづいて頻發する餘震の多くは震源の深さも淺く又觀測點と震源との距離も 10 粁以內程度のものが多く, 從つて觀測せられる初期微動繼續時間は $\bar{P}$ 波又は P^* について得られる値であるためであると考へられる. 第 II 表の地震の中で伊東地震群は大地震の餘震ではないが震源が淺く小地域に觀測網が設置せられたといふ點に於て所謂餘震と共通な點を多く持つが故に比較のために加へられたものであるが求められてゐる k の値は略々同一地域に生じた北伊豆地震の k の値 $k=5.5$ によく一致してゐるのが見られる. 第 II 表に見るごとく餘震觀測の結果震源の決定の際に用ひられる k の値にくらべ鳥取地震について得られた値 $k=8.0$ 及び丹後地震について得られてゐる値 8.41 は著るしく大にすぎる値であるが, 山陰地方一帶に廣く分布してこの地域の基底をなしてゐる花崗岩のためにこゝを傳播する地震波の速度は他の場所の波の速度よりも早いためこのやうに大きな値を與へるものと考へ得る.

4. 震源の決定

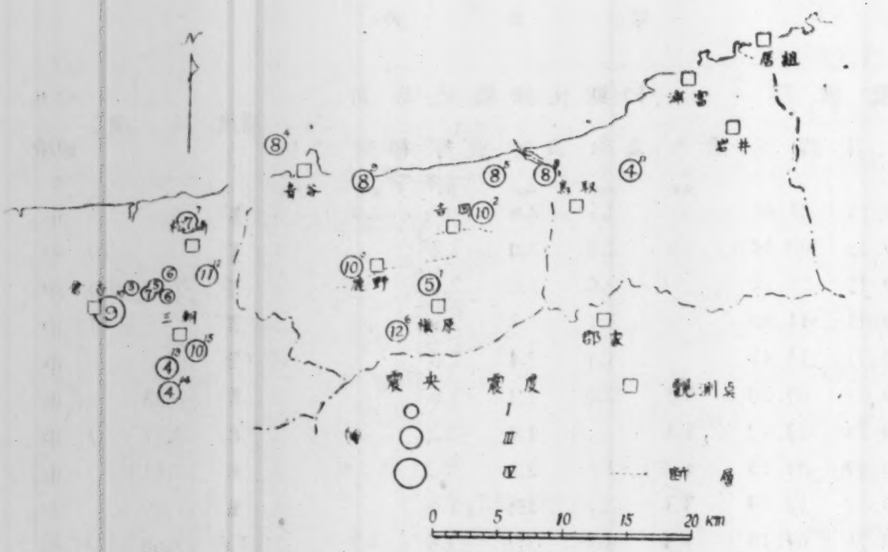
求められた k の値より震源を決定するに當つては專ら作圖によつて求めることとした. 第 III 表初期微動繼續時間と共にあげた地震の震央は第 I 圖に記入せられてゐる. 第 III 表にあげた地震は少くとも 3 箇所の觀測點で初期微動の觀測せられた地震である. 圖に於て○印は震央, 丸の大きさは地震の大きさを示し, 丸の中の數字は震源の深さを粁を單位としてあらはしたものであり, 右肩の文字は第 III 表地震番號である.

地震計に記錄せられた餘震の數は後に述べるごとく, 10 月 10 日迄に鳥取にて約 300

第 Ⅲ 表

地震番號	發震時 月 日	發震時 時 分	初期後動繼續時間 倉吉	鳥取	青谷	鹿野	槇原	吉岡	震度	k	深さ	震央地域
			SeC	SeC	SeC	JeC	SeC	SeC			km	
1	9. 14	21. 06		2.1	2.0		2.0		Ⅲ		5	中
2	9. 15	00. 14	2.8	2.0	3.0	1.2		1.2	Ⅲ		10	中
3	9. 19	21. 19		2.6	1.6	2.0			Ⅲ	7.80	9	中
4	9. 21	11. 32		3.7	1.3	2.0			Ⅲ		11	中
5	9. 21	14. 41		1.5	2.4	2.0			Ⅲ			中
6	9. 24	03. 20	3.3	2.6	2.3	1.6			Ⅲ	8.03		中
7	9. 24	13. 12	1.4		1.6	2.2			Ⅲ	8.37	7	中
8	9. 27	01. 15	4.7	1.6	2.9	3.2			Ⅲ	7.81		中
9	9. 27	12. 39	3.3	2.7	1.3	1.4			Ⅲ	7.99		中
10	9. 28	07. 19	1.3	4.8	3.7	3.6	3.9		IV	8.60	9	西
11	10. 2	11. 09							Ⅲ			東
12	10. 3	02. 04		4.9	2.4	2.4			Ⅲ		11	西
13	10. 4	00. 48							II			西
14	10. 4	06. 58							II			西
15	10. 7	11. 13	1.8	4.5	2.7	2.6			Ⅲ	7.75	9.5	西
16	10. 7	19. 51							I			西
17		20. 01							I			西
18		20. 03							I			西
19		22. 11							I			西
20		22. 22							I			西
21	10. 8	02. 00							I			西
22		04. 02							I			西
23		04. 30							I			西
24		05. 01							I			西
25		19. 11							I			西
26	10. 9	02. 21							I			西
27		02. 42							I			西
28		04. 19							I			西
29		05. 07							I			西
30		05. 22							I			西

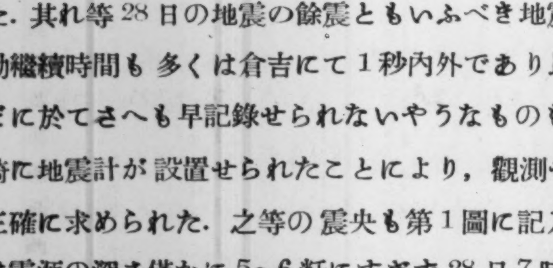
回，倉吉にては約 400 回以上であつて，第 1 圖に示された地震はそれら 幾多の地震の中の極く一部分に過ぎないので第 1 圖より直ちに全般の餘震活動の有様を 推察することは正當ではないけれども，少くとも比較的大きい地震即震度 Ⅲ 以上の地震の活動狀況を知ることは出來る．それによれば，本震後 14 日までは觀測網が設定せられなかつたので知ることを得ないが，14 日から 25 日頃までは略々鹿野，吉岡を結ぶ鹿野斷層と日本海岸に 圍まれた陸地（假りに 此の 地域を 中央部地域と 呼ぶ）に主として 餘震が



第 1 圖

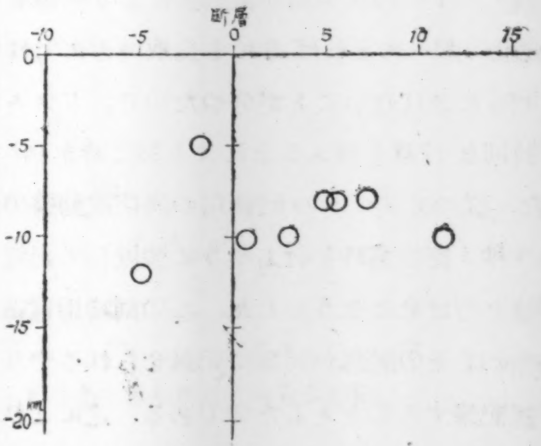
發生してゐるのが見られるが，28日7時19分倉吉のすぐ近邊に震度IV又はVに近い強震が發生し，同日中に同地にては1日に200回以上に及ぶ地震が感ぜられた．其れ等28日の地震の餘震ともいふべき地震は多くは震度Iの小地震であり初期微動繼續時間も多くは倉吉にて1秒內外であり比較的に倉吉に近い觀測點青谷，鹿野などに於てさへも早記錄せられないやうなものも多數あつた．之等の小地震は三朝，松崎に地震計が設置せられたことにより，觀測せられることが出來るやうになり震源が正確に求められた．之等の震央も第1圖に記入せられてゐる．圖に見るごとく，之等は震源の深さ僅かに5～6粁にすぎず28日7時の地震の震央の北東の地域に密集して發生してゐることが解る．兎に角28日以後にては活動は倉吉附近（この地域を假に西部地域と呼ぶ）に於て盛んであるのが見られる．次で10月2日11時9分頃鳥取市北西に震度IIの地震發生し，その後も引きつづき鳥取觀測點に於ては振幅大であるが，鹿野，青谷の觀測點にては振幅の小さい地震が多く發生するのが見られ活動が鳥取市近傍（この地域を假に東部地域と呼ぶ）に移つたかの如き感があつた．

この外極めて小さい地震が所々に於て發生してゐることが推定せられた．特に9月20日頃までは居組，鳥取，郡家の觀測點に於て初期微動繼續時間1秒位の地震が相當に澤山發生してゐることが見られた．



第 2 圖

第1圖の震源の深さは極く大體の値があげてあるのであつて，之より詳しい議論をすることは出來ないが10km 內外の深さの所に起つてゐるものが最も多いやうである．

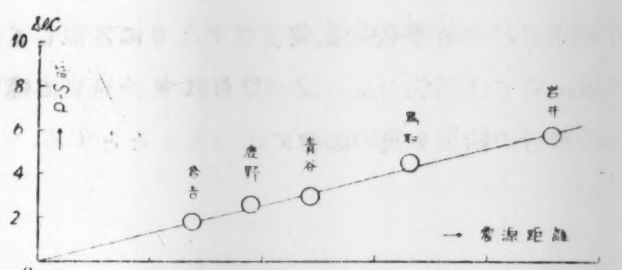


第　3　圖

今回の地震に於ては津屋博士[3]の報文に見るごとく明瞭な地震斷層が出現し鹿野斷層となづけられたのであつたが大部分の餘震はこの斷層の北側の地域に震央を有することが見られる. 斷層線に平行な鉛直面に全ての餘震の震源を投影すれば第2圖の如くなる. 西部及び東部地域に發生した餘震は中央部地域に發生した地震にくらべて淺い所に起つてゐるやうに思はれる. 次に中央部地域に發生した餘震の震源を斷層線に直角に切つた鉛直面に投影したものをつくれば第3圖の如くなる.

5. 發震時の測定

第1圖に見るごとく, 倉吉, 鹿野, 吉岡, 鳥取及び岩井の5觀測點は略々一直線に並ぶのでこの直線の上でその一方の端近くに起る地震があれば $\Delta=40$km 位までの走時曲線が可なりに正確に定め得るであらうと思はれる. 第1圖地震 No. 10 は以上の條件をみたすものであるので, 此の地震について震源距離と初期微動繼續時間との關係を示す圖を求めれば第4圖の如くなる. 之より k の値を求めれば $k=7.8$ となり第3節で求められた値とは誤差の範圍内で一致してゐる.



第4圖　初期微動繼續時間の走時曲線

今日まで餘震觀測に於ては專ら初期微動繼續時間を測定することに意が用ひられたのであつたが, 之には多くの不滿な點があること既に諸家[4]により指摘せられてゐる通りである. 發震時を測定して震源に關する研究をなすことは觀測上種々困難な點を持つとはいへ極めて望ましいことであるので, 其の最初の試み

3)　津屋弘逵　地震研究所彙報 **21** (1943).

4)　松澤武雄　地震 (岩波全書) 79.

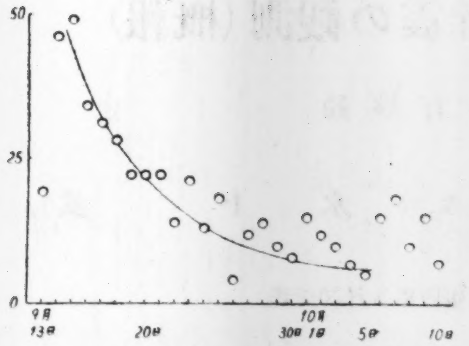
を行ふこととした．即ち地震計の記錄用ドラムは6 wattの同期電動機により廻轉せしめられてゐるのであるが，中國配電株式會社の調べによれば幸にも鳥取地方にては周波數の保持が極めて正確であつて變動は5%に及ばないことが分つたので，ドラムの偏心及び停電よりくる誤差を避け得れば特別な注意を拂ふことにより發震時を0.1秒の正確さで定め得るであらうと考へられた．從つてドラムの回轉用の同期電動機の外に今1個の同期電動機を回轉せしめ之を1秒1回の刻時を行ふやうに裝置して記錄ドラムの上に地震記象と平行に1秒毎の刻時を行はせるやうにした．この刻時用電磁石の回路に並列に一つの電鍵をいれ電鍵を押せばその記錄が同時に記錄せられるやうになし，1日4回のラヂオによる時報の秒を記錄することとしたのである．之によれば都合のよい時に起つた地震があれば秒の端數まで發震時をきめることが出來る筈である．この裝置はラヂオの時報が自動的に記錄せられるのではないので1臺の地震計に1人の觀測者を要するため，10月2日より10月5日までは震源地帶をとりまくごとき鳥取，青谷，槇原及び倉吉の4觀測所にて，5日より9日までは一直線にならんだ觀測點倉吉，鹿野，鳥取及び岩井に於て發震時の觀測がなされ得たのみであつた．之等の結果については後の機會に述べることとする．

其の他鳥取に設置せられた地震計の記象の中，幾つかの地震の記象には主要動のあたりから極めて週期の長い；略々1秒位の波があらはれてくるのが認められた．之は地震計の設置せられた場所の所謂地盤の良否の問題と密接に關係するものらしく思はれたのでもう1臺の加速度計を用ひ第1回目には震害最も激甚なりし瓦町に，次で第2回目には震害の凡ど見られなかつた鳥取女學校内に地震計を設置して師範學校との比較觀測を行つた．その結果瓦町の記象と師範學校の記象とは可なりに類似してゐることが認められるが，女學校の記象に於ては週期の長い波が見られず一見して違ひの明であることが見出された．之等の解析の結果も後の機會にのべることとする．

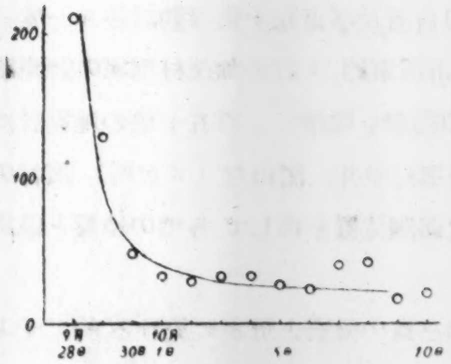
6. 餘震回數

記錄せられた餘震回數の概略が第5及び6圖に示されてゐる．第5圖は鳥取に設置せられた加速度計の記象に基いて求められた餘震回數であり，停電其の他で記錄せられなかつた地震は數へられてゐないので實際よりは少なくなつてゐる．地震計が設置せられたのは13日であるので14日から1日毎の數を擧げてある．第6圖は28日7時19分頃倉吉附近に發生した震度IVの强震に引きつづき多數の餘震が感知せられたことすでに述べたごとくであるが，之等の地震の中倉吉に設置せられてゐた加速度計に記錄せられた1日毎の地震回數を示したものである．之等の圖に示されてゐる地震回

數は，地震に對して充分に注意を拂つてゐる人が感じる程度の地震の數と略々同じである．



第5圖　鳥取に於ける餘震回數



第6圖　倉吉に於ける餘震回數

以上報告したごとく今回の餘震觀測に於ては８臺の地震計が常に全能力を發揮して餘震の記錄を行ふことが出來た．之一つには交通杜絕の折から地震計の運搬に特別の便宜を與へられた鳥取縣知事始め縣當局の方々の御援助によるものであり，又一つには非常なる熱心を以て精勵地震觀測に從事せられた實川氏始め川島，木村，山崎諸氏の奮闘努力に負ふ所極めて大であり，誠に筆者の感謝に堪へざる所である．尙又同時に現地に出張せられた地震研究所の諸先生方からは多かれ少なかれ觀測のお手傳ひをいただき殊に萩原博士からは終始懇切なる御忠告を與へられたことを明記し感謝の意を表する次第である．

其の他地球物理學科の淺田敏君始め後期の諸君から及び地震計を設置した各學校官公署の方々からも多大なる援助が與へられ，斯てこの觀測が行はれたことを記して深甚の謝意を表する者である．

3. 微動計による鳥取餘震の觀測（概報）

特に地盤の固有振動

地震研究所　水　上　武

（昭和18年10月19日發表——昭和19年9月20受理）

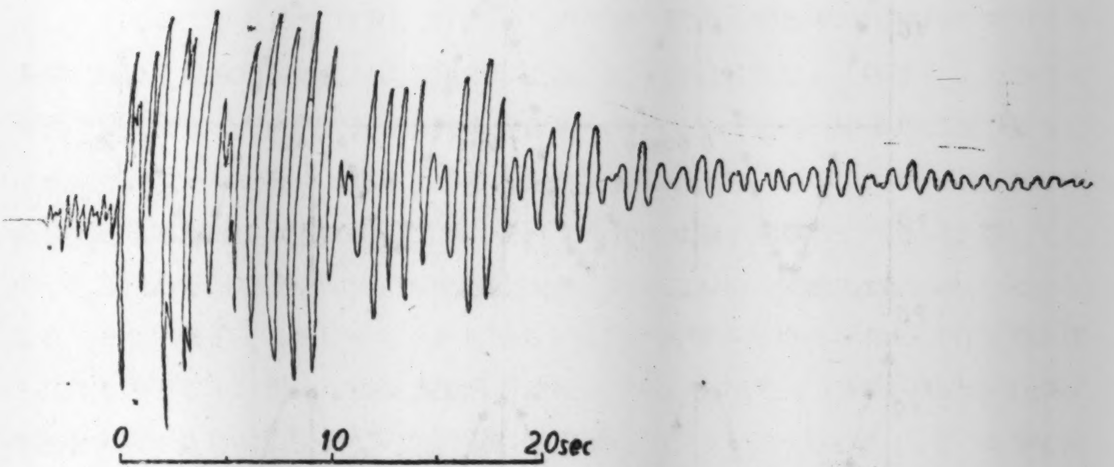
昭和18年9月10日19時30分頃に發生した鳥取市附近の地震は，同市及びその西方町村に約一萬戸の全，半壞の家屋の發生を見たのである．筆者は15日10時より約2日間鳥取市役所裏側のコンクリート造り倉庫內に四百倍及び百五十倍微動計各々一成分を設置して餘震を觀測した．16日22時より鳥取市西南約12粁の加茂村郡家の師範學校女子部に四百倍微動計を移して約一ケ月半の間觀測を繼續し，百五十倍の地震計は10月5日より更に一成分を追加して，河原町，西鄕村中井，湖山村（2ケ所），濱村の五ケ所に於いて約一週間乃至二週間の期間を順次觀測位置を移して各地の地盤と餘震の地震動の模樣を調べた．

ここには鳥取市に於ける約2日間に觀測した約三百の餘震と郡家に於ける約二千の餘震の記象とを通覽して，最も顯著な地震動の性質の一つの事柄に就いて述べようと想ふ．

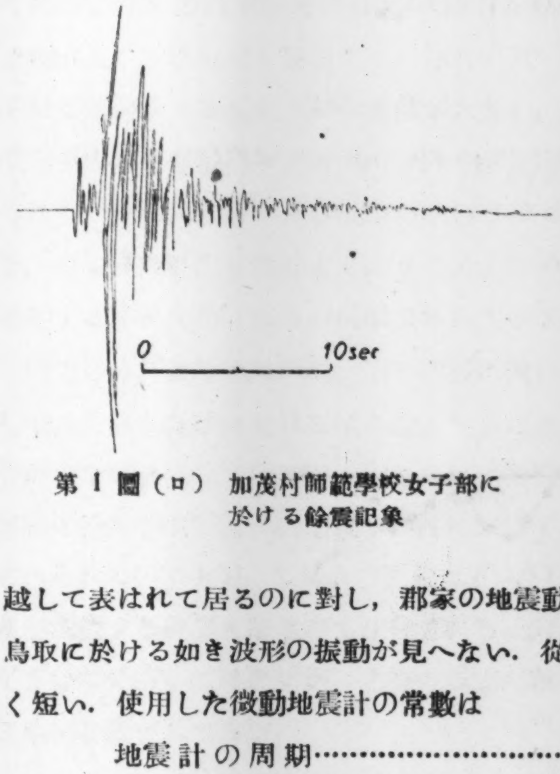
今回の地震による家屋その他の構築物の被害狀況を見ると等被害分布は，震央を中心とした簡單な曲線を以つてしては示す事が出來ない複雜なものであつて，狹い範圍（例へば鳥取市內）に於いても100%の全壞を示した區域と全壞の全く生じなかつた區域とが數個の地域に分れて居る事が注目される．而も山の手の花崗岩，第三紀層及び火山岩の露出する地域では被害は少く，沖積層に屬する平地，特に水田を最近埋めた所に存在する家屋の損傷が極めて著しかつた事は多數の人々の調査の一致した所である．即ち今回の地震の被害の特に著しかつた地域は山陰本線に沿ふ鳥取より青谷に至る沖積層の平地及び略南北に流れる河川の流域であつてその間に露出する花崗岩，第三紀層，古生層の上に存在した家屋の損傷は極めて輕微であつた事は，津屋，大塚兩氏[1]の地質と家屋被害分布調査の結果に於いても全く一致した決論であつた．

ここに述べる兩觀測地の中鳥取市役所は同市內に於いても倒壞家屋が多數生じた所であり，郡家の女子師範は花崗岩及び古生層の露出する丘の上に建設された地盤の堅

1）　昭和18年10月震研談話會にて發表．



第 1 圖(イ)　鳥取市役所に於ける餘震記象

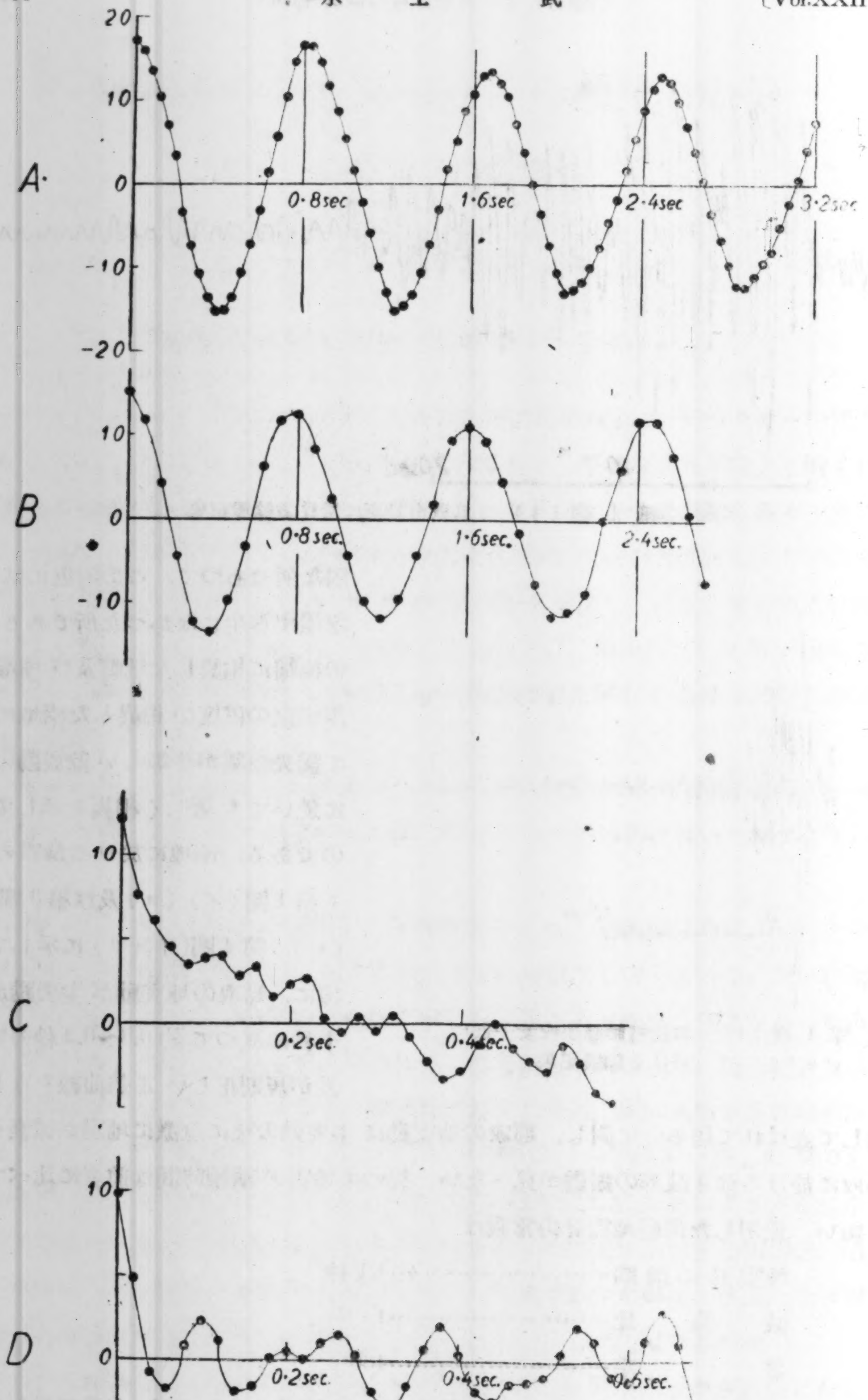


第 1 圖(ロ)　加茂村師範學校女子部に於ける餘震記象

固な所であつて，この附近には半壞家屋すら生じなかつた所である．この極端に相異した地盤及び極端に家屋損傷の程度の相異した兩地に於いて震央距離が略等しい餘震動の模樣に於いても著しく相異を示してゐるのである．兩地に於ける餘震の記錄を第1圖(イ)(ロ)及び第3圖(イ)(ロ)，第4圖(イ)(ロ)に示してある樣に，鳥取の地震動が主要動から數十秒に亘つて約 0.8〜0.9 秒の周期の波が規則正しい正弦曲線をなして卓越して表はれて居るのに對し，郡家の地震動は主要動の後に急激に地動が減衰して，鳥取に於ける如き波形の振動が見へない．從つて地震の繼續時間は前者に比べて著しく短い．使用した微動地震計の常數は

地震計の周期……………………1.1 秒
減　衰　比……………………1 : 15
倍　　　率……………………400

となつて居る．第1圖に示した地震記錄は同一の地震ではないが，鳥取に於いて觀測した約三百の餘震は初期微動 0.5 秒より 5 秒に亘るものであるが，その總べてが第1圖(イ)の如く 0.8 秒の周期の地震動が卓越し，類似の地震動を示し，郡家に於いては初期



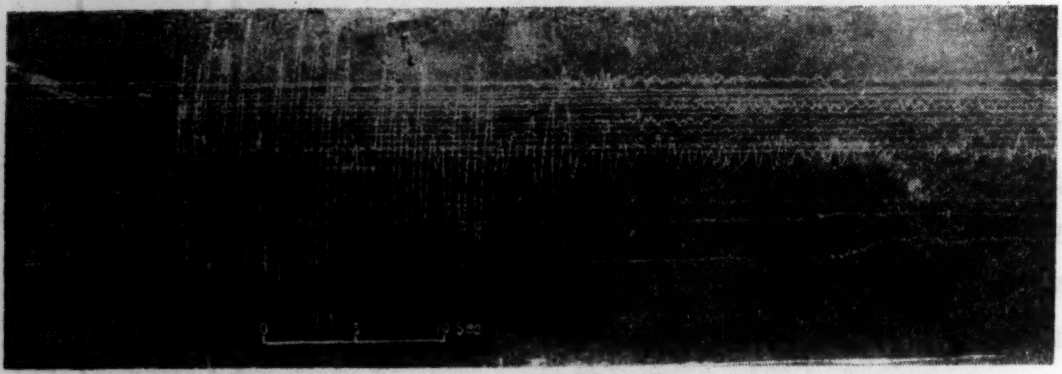
第2圖 土地の固有振動減衰曲線
A, B, ; 鳥取市役所
C, D, ; 加茂村師範學校（女子部）

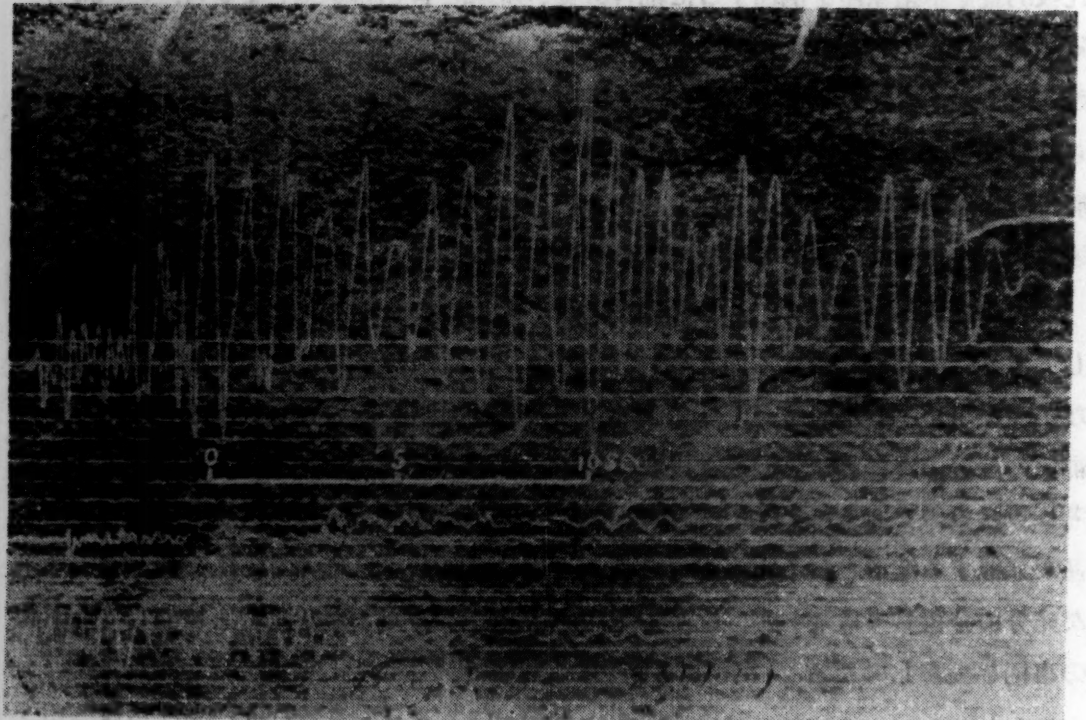
微動繼續時間が0.4秒より7秒に至る約二千の餘震は總べて第1圖(ロ)の如き波形を示して居るのであるから鳥取に於ける0.8秒周期の波動は震源と波の徑路に原因するものではなく鳥取市の地震計設置附近の土地の固有振動が震源より傳播せる急激な衝撃性の波によつて二次的に起されたものと考へられるのである．鳥取の記象を觀ると主要動の後3,4秒の間には郡家に於けると同樣に短い周期の波が0.8秒の波に重なり合つて居る事が明かに認められるが，それより後には短い周期の波の振幅が著しく小さくなるためと，0.8秒周期の波の振幅が大きくなるために，明瞭には認め難くなつてゐる．そこで震源より傳播せる急激な而も不規模な衝撃のために土地の固有振動が起されたものとして，伏見高橋の振動分析法によつて，土地の固有振動周期と振動減衰率とを求めて見る．即ち土地の減衰振動 ($e^{-\varepsilon t}\sin\sqrt{n^2-\varepsilon^2}\,t$) の ε と $\sqrt{n^2-\varepsilon^2}$ 從つて減衰比と固有振動周期とが求められ，その2つの餘震に就いての分析の結果は第2圖(A, B) に示してある樣に，共に減衰比1.07，振動周期0.80秒と云ふ値を得た．即ちこれによると市役所附近の土地の固有振動の減衰が著しく小さく，而も振動周期が比較的長く木造家屋を倒壞するに都合の良い周期に近い事を示して居る．この地方の家屋は屋根及び家屋の上部の重量が大きく，重心が比較的家屋の上部にあるために木造家屋の固有振動周期が土地の固有振動周期0.8秒に近く共鳴現象を起したとも考へられる．兎に角鳥取市及び湖山村附近は表面の沖積層の下及び周圍が花崗岩，第三紀層，古生層の堅固な地層よりなりその上の沖積層中に起された固有振動勢力が外部に逸散する事が少ないための現象であらうと想はれる．

同樣の分析法を郡家の二，三の餘震に就いて行つて見ると何れも第2圖(C, D) に示してある樣に鳥取に於ける如き振動を示さず，減衰が極めて大きく固有振動が發生しなかつた事を示して居るが，斯る土地は固有振動周期を有たないのであらう．從つて郡家の餘震の地震動は震源及び徑路に原因する不規則な衝擊波の集りより成るものと考へられるのである．又鳥取の記象より0.8秒の周期の波を取り除くと，郡家の記象と甚だ類似する波形となる事も注目される．尙又河原町外四ヶ所に於ける觀測結果は未だ充分に分析してはないが，之等の地震記象を觀ると地震動と地盤とに關しては上記の事柄を裏書してゐる．

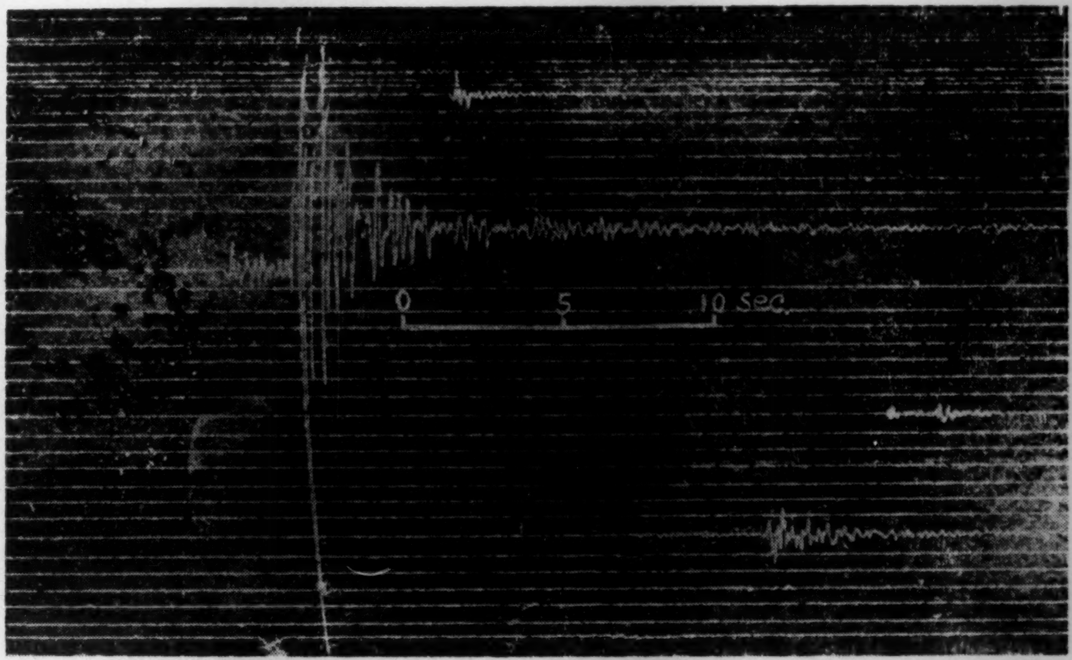
然しながら以上の事柄は餘震に就いての調べであるから本震の地動にその儘適用されるか否かは考慮を要する．從つて鳥取市の餘震觀測に於いて顯著に現はれた0.8秒の地震動が家屋を倒壞せしめたとは直に決論は下されないのであるが，上記兩所に於ける地震動の性質が著しく相異する事と兩地の家屋，構築物の損傷程度の相異とは密接なる關係のある事は間違ひあるまいと考へるのである．郡家に於ける家屋の僅かな

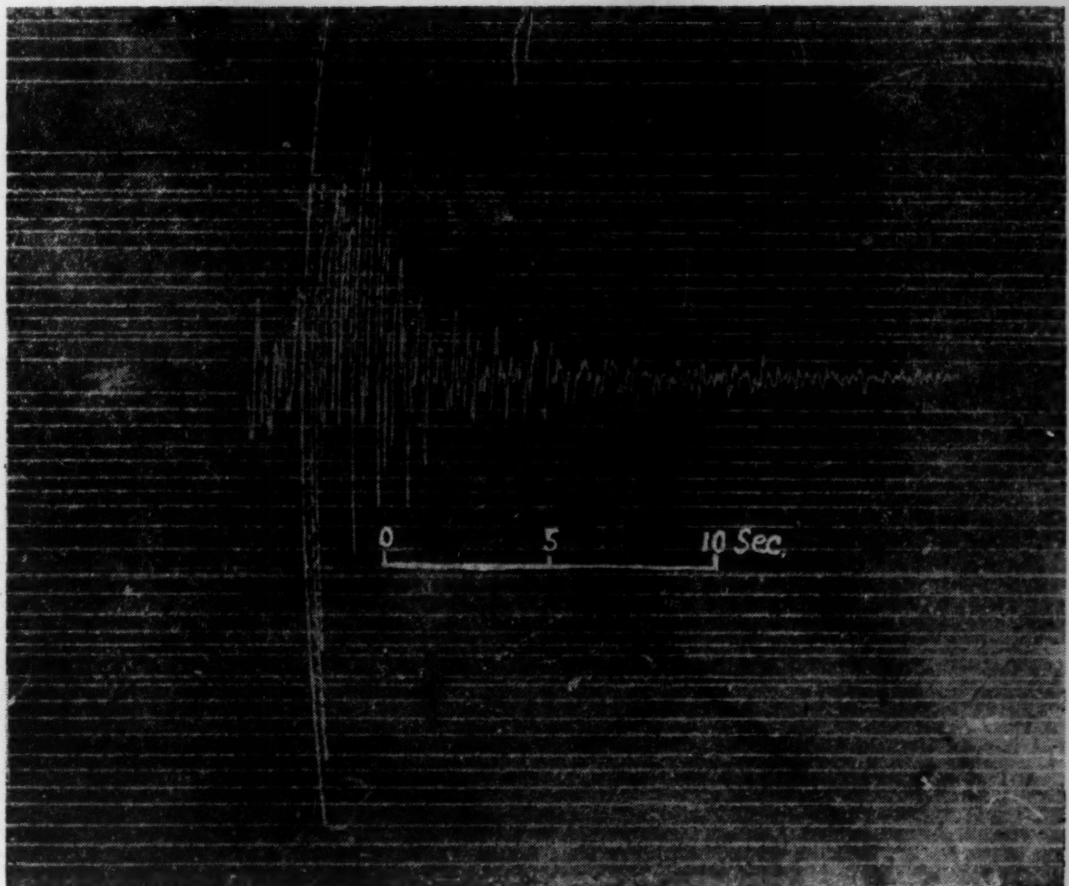
損傷の中で屋根瓦のみの損害（第5圖）が大部分である事も短い週期，小振幅の震動が主なものであつた事を示すものであらう．



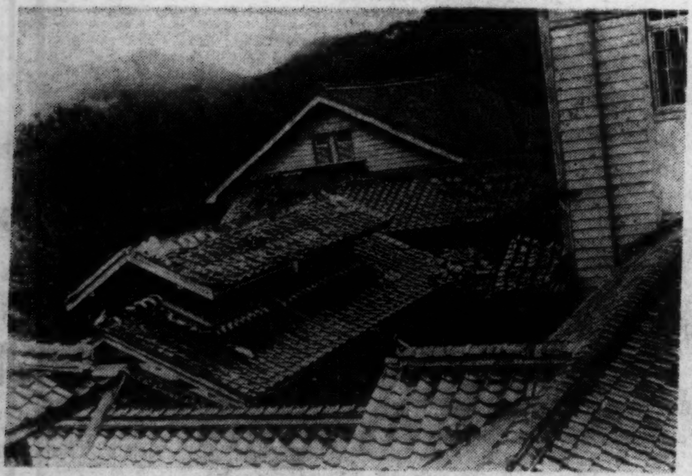


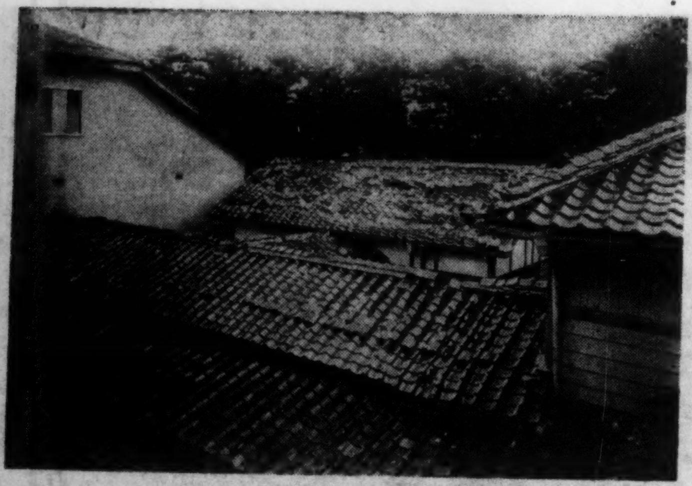
第 3 圖 （イ）（ロ） 鳥取市役所に於ける餘震記象





第 4 圖 (イ)(ロ) 加茂村郡家(師範學校女子部)に於ける餘震記象





第5圖 鳥取師範學校女子部(加茂村)
校舍屋根瓦の破損

4. 昭和18年9月10日の鳥取地震において現はれた鹿野・吉岡兩斷層及びその地震後の變動の精密水準測量による觀測

地震研究所 宮 村 攝 三

(昭和18年10月19日，昭和19年6月20日發表——昭和19年9月20日受理)

昭和18年9月10日の鳥取(トツトリ)市及びその西方一帶の烈震で，市の南西氣高(ケダカ)郡鹿野(シカノ)町，同吉岡(ヨシヲカ)村内をほゞ東西に雁行する二條の斷層があらはれた.[1] 一つは鹿野町南西方の山中にはじまり，大體東北東へ走り，同町末用(スヱモチ)，法樂寺(ホウラクジ)をへて，赤阪(アカサカ)峠をこえ，吉岡村洞谷(ボラダニ)の奥より雙六原(ソロウクハラ)と矢矯(ヤハギ)との中間に出で，明治村口細見(クチホソミ)にをはるもので，延長約8km. も一つはその北にこれとほゞ雁行して，吉岡村長柄(ナガエ)から同村新町(シンマチ)，三山口(ミヤマグチ)をへて，豊實(トヨミ)村大塚(オホツカ)附近にいたる延長約5kmのものである. 前者を鹿野斷層，後者を吉岡斷層とよぶ.（第1圖參照）これらの斷層についてのくはしい記述は，いづれこの地方の地質調査の結果とともに津屋教授によつて發表せられるはずであるが，さしあたつて簡單に自分の觀察したかぎりを記載して參考に供しておきたいと思ふ. なほこれらの斷層は地質上の斷層と一致し，それがこの地震で地表にあらはれたものであるといふことを一言つけくはへておきたい.[2]

---

1) この地震及び斷層について今までにでた報告は

中央氣象臺	昭和18年9月10日鳥取地震概報 附3月4日，5日の地震概報	昭和18年11月 (1943)
岸上 冬彦	昭和18年9月10日鳥取地震の被害概況	地震 15 (昭18, 1943) 11.
表 俊一郎	昭和18年9月10日鳥取地震餘震觀測速報	同 上
水上 武 内堀 定市	微動計による鳥取餘震の觀測(概報) 特に地盤の固有震動	同 上
萩原 尊禮	斷層の動きと地表傾斜變化の觀測	同 上
宮村 攝三	鹿野斷層及び吉岡斷層をよぎりての水準測量	同 上
築地 明	鳥取地震の活斷層に沿ふ Kernbut.	地理學評論 20 (昭19, 1944) 1.

2) 津屋教授の地震研究所談話會講演による.

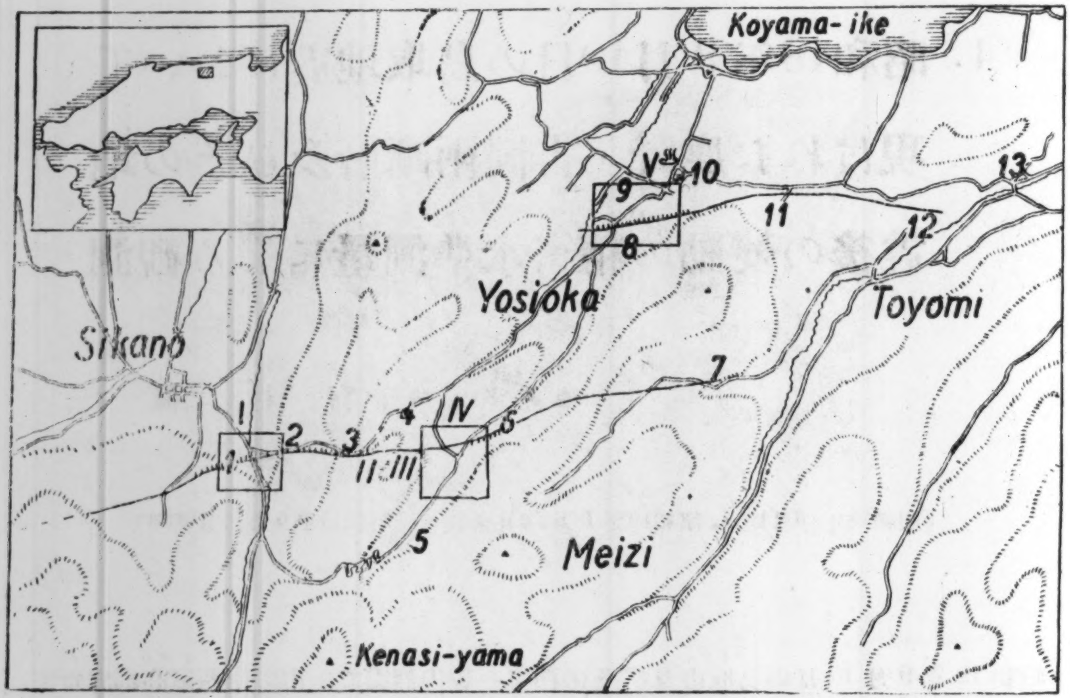


Fig. 1 Sikano und Yosioka Verwerfwng (ca. 1/100000)

第 1 圖　鹿野・吉岡斷層（縮尺約十萬五百分之一）

1. 未 用	5. 矢 矯	9. 長 柄	13. 野 坂
2. 法樂寺	6. 雙六原	10. 吉 岡	
3. 赤坂峠	7. 口細見	11. 三山口	
4. 洞 谷	8. 新 町	12. 大 塚	

I. 鹿野斷層

1. 鹿野末用附近　第2圖（第1圖のI）にみるやうに，法樂寺橋を左にみて堤防上の縣道を南へ約150m，道路をきつていちゞるしい段ちがひが眼につく．（第3圖a）約60cm手前の方がさがり，南側が高くなつてゐる．水平には80〜90cm北側が東へずれてゐる．勿論數米の漸移帶をともなつてゐる．川の東岸の堤では ずれはさらに顯著で，水平には1m以上もずれてゐる．こゝで萩原博士の水平移動の連續觀測が行はれた.[3]（第3圖b）a點から西へたどると，山裾の數軒の民家へ至る小徑にそひ N 65° E (c)，民家の眞中をきりさらに裏山へはいる．(d) この家々はゆがんではゐても，倒れるほどには至つてゐない．しかも土間は數十糎のくひちがひを水平・垂直ともにしめしてゐる！ 斷層のできるのはある程度ゆつくり時間があつたものと思はれる．

裏山の藪の下 (d) ではくひちがひは垂直水平ともほとんど計りえないくらゐで，たゞ口をあいてゐるといふ程度．そしてこれは山地（ヤマヂ）では他のどこでも同樣であつた．勿

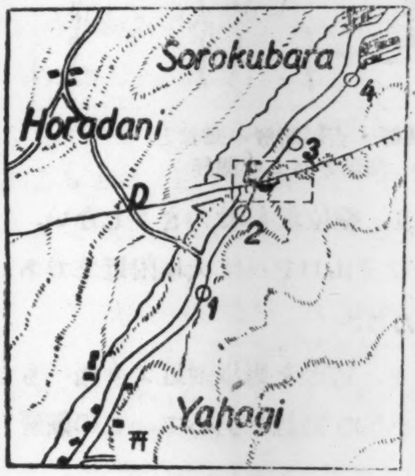
3) 1) にあげた報告を參照されたい．

論急斜面で落葉などの堆積した場所では，たとへある程度のずれがあつても水平・垂直にわけてその變位を正しくはかることはほとんど不可能である，さてこの山嘴をこえると谷へでる．N 80° E.（e）澤は倒木とやぶとで，反對側のわづかの堆積地がせまい水田乃至蘆荻地となつてゐる．そしてそこ（f）で斷層はいくつもの短い雁行した割目となり（各々の割目の方向は大體東西）全體としての方向は見通しのきかないためはつきりしなかつたが，大體圖にしめしたとほりである．

第2圖　鹿野斷層
（第1圖のI）

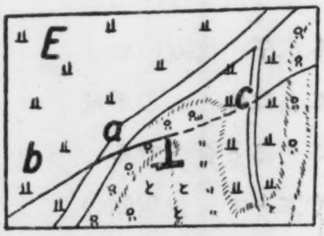
第3圖　鹿野斷層
（第2圖のA）

2．法樂寺，赤坂峠，洞谷まで．もとへもどりbよりさらに東すると，この斷層は法樂寺の水田をきつて部落の中をぬけ，峠道から南をみおろした山裾を走り，峠の地藏尊裏の雜木林中にあらはれる．峠の東斜面のつゞらをりでは數ケ所で第三紀斷層礫岩層の地山（ヂヤマ）をきつてゐる．S 60～70 E，しかしくひちがひはほとんど言ふに足りない．そして炭燒き小屋（第1圖II）のあたりから谷をきつて向ふの尾根にはいつてゐる．炭燒き小屋の下の水田で稻の穗先きの差でくひちがひをみると約 20cm 北側がさがり，また稻のうねで水平のずれをはかるに約 30cm 北側が東へうごいてゐた．つぎには第1圖IIIにあたる洞谷部落南方數百米の點の山徑にあらはれてゐるが，ずれはほんのわづかである．S 70°～80° W.

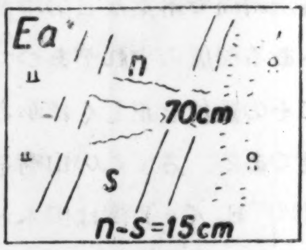


第4圖　鹿野斷層
（第1圖のIV）

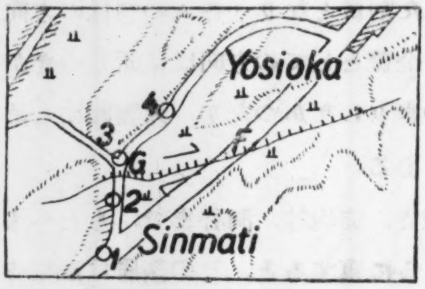
3．矢矯への道及び以東　矢矯・雙六原の中間より洞谷へこえる山道の東斜面では二ケ所できつてゐる．S 80° W．第4圖（第1圖のIV）D．矢矯道路のうへ（第5圖a乃至第6圖）では，丁度泉のでてる所で，地盤がわるく，道がくづれてしまつて，多少はつきりしないが，大體南側が 15cm くらゐ下つてゐる．水平はしかしあひかはらず北側が東へずれ，大きさは約 70cm であつた．第5圖bでも萩原博士の水平移動の連續觀測が行れた．aの東の急な密林斜面を上



第5圖 鹿野斷層
(第4圖のE)



第6圖 鹿野斷層
(第5圖のa)

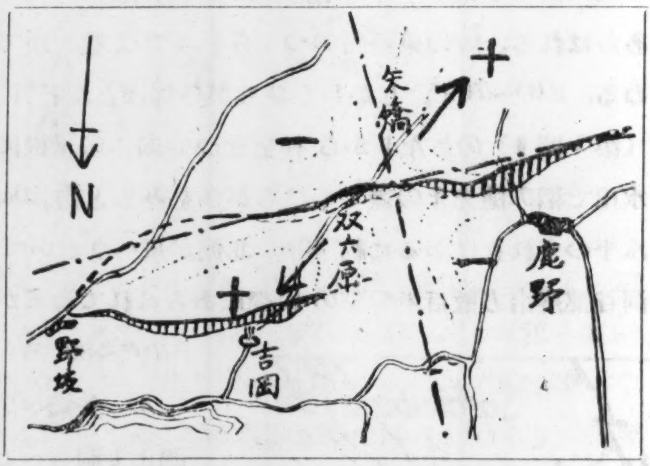


第7圖 吉岡斷層
(第1圖のV)

ると墓地で (S70° W), そこではくひちがひは明瞭でないが, その東の谷の水田(第5圖c)で稲穂の面によつてはかると北側が 30〜40cm 上つてゐることがはつきりみとめられる. すなはち斷層は鹿野附近より洞谷へかけて北下りであつたのが, こゝでは全く南下りとなつてゐる, こゝからさらに東口細見附近までの追跡は津屋教授によつて行はれ自分は歩かなかつた.

I. 吉岡斷層

1. 吉岡溫泉南新縣道上 第7圖(第1圖のV)のFで, 水平北側が東へ 80〜90cm, 垂直北下り約50cm. やはり一つの段ちがひではなく數段の小さな段ちがひからなる漸移帶をもつてゐる.



第8圖 鹿野・吉岡斷層の變位と初動分布との關係

2. 舊縣道上 第7圖G. 變位はほとんど 10〜20cm くらゐ. 二三條. その西の山腹の密林をわけて追跡すると尾根まで地われはつゞいてゐるが, 地すべり的傾向もあり, 變位量もはつきりしない.

3. 西及東の延長 さらに西では長柄の谷に, 東では三山口をへて大塚附近まであらはれてゐることが津屋教授によつて明らかにされてゐる.[3)]

井上博士[4)]による本震の初動分布の圖から判斷すると, 震源を野坂附近より西へもつてくることもできるであらふから, 第8圖に示したやうに節線を引いて, この斷層

3) 2)に同じ.
4) 1の中央氣象臺概報16頁.

を，地表が震源より矢印の向きに押されて，その結果構造上の古きずである斷層に生じたずれと考へられるのではないかと思ふ．この走向と水平のずれの向きとはいづれも丹後地震の山田斷層と一致してゐる．

さてこの斷層が本震ののちにどのやうな動きを示すか．濃尾地震の根尾谷(ネオダニ)斷層，丹後地震の郷村(ゴウムラ)斷層・山田斷層，伊豆地震の丹那(タンナ)斷層では地震ののちもひきつゞいて同一方向の運動をわづかながらつゞけて，次第に靜止したのであつたが，同じく地震にともなふ土地の變動でも關東地震の後の變化のごときは，おほむねその本震による變動のゆきすぎをとりもどすやうにうごいたのであつたから，これをしらべてみることはきはめて興味ある問題であると思ひ，兩斷層をまたいで水準點を設け，精密水準測量をくりかへしその變動を檢出することにした．

標石は鹿野斷層では末用（第2圖）矢矯（第4圖），吉岡斷層では吉岡（第7圖）に，それぞれ圖示したやうな位置に埋設した．末用のは輝石安山岩，矢矯・吉岡のは花崗岩で，底面積數十糎平方の四面體で，頂を直徑5cmくらゐの半球狀に加工した．[5]

測量にはカール・ツァイス一等水準儀，同附屬インバール製標尺を用ゐた．昭和18年9月24日～27日に第一回，同年同月28日～30日に第二回，第三回は翌19年5月13日～17日に行つた．なほ第二回と第三回とのあひだに京都帝大佐々教授のもとにおいて，末用と吉岡との測量をされた．（その結果を坪井教授を通じておしらせ下さり，參考にすることができたことを，こゝにしるして感謝したい．）

測量の結果は第I表にしめしたごとくである．[6] 標石の番號は南からつけた．標石間距離はスタヂヤのよみからえた値の各回往復合計6回の平均で，許容往復差算出の規準とした．許容往復差は，このやうな近い標石間距離で，器械の立て回數の少い場合には，多少からすぎると思はれるが，普通の場合の陸地測量部の標準である $1{,}5\sqrt{2D}$ mm（Dは標石間距離を粁であらはした數値）をもつて計算した．

三ケ所それぞれその一番南の點を不動として，[7] 各標石の第一回測量を基準とする變動をもとめ（第II表參照），これを第9圖に示した．末用においては，まづ斷層の南にくらべて北側は隆起し，即ち地震によるずれを回復するむきにうごいたことが確認さ

5)　地震研究所彙報 **21**（昭和18年3月，1943）197—205 參照．

6)　第一回，第二回の測量結果は地震 **15**（昭18，1943）11 にのせたが，數値に誤記，誤植があつたので，ここに訂正しておいた．深くおわび申上げる．

7)　一番南の點を不動としたのは，末用において，第三回測量のころ水田に水をはるため，田圃の傾斜をなほしてゐたのをみるに，大體斷層の北側のものが南へかたむいてゐたので，全體としての上下はともかく，傾きは北側が多いので北側の方が表面的にうごきやすい土地であらうと考へ南端の方を不動とした．他の二ケ所はただこれにならつただけで理由はない．

Tabelle I. Nivellmentergebnisse der Tottori-Erdbenverwerfungen A.

（イ）鹿野斷層　（於鹿野町末用）
A.　Sikano-verwerfung (auf Suwemoti, Sikano)

標石番號 Festpunktnummer	標石間距離 Festpunktentfernungen	許容往復差 Erlaubte Schliessfehler	第一回（昭和18年9月24日）I. (24. Sept. '43) 水準差（米） Höhenunterschiede	往復差（粍） Söhliessfehler	第二回（昭和18年9月28日）II. 28. Sept. '43) 水準差（米） Höhenunterschiede	往復差（粍） Schliessfehler	第三回（昭和19年5月14日）III. (Mai. '44) 水準差（米） Höhenunterschiede	往復差（粍） Schliessfehler	水準差の變化（粍） Veränderungen der Höhenunterschiede 自第一回至第二回 von I bis II 4 Tage	自第二回至第三回 von II bis III 233 Tage
	m	mm	m	mm	m	mm	m	mm	mm	mm
Nr. 1 – Nr. 2	169	0.8	−5.2253	+0.1	−5.2253	+2.4	−5.2219	−0.8	±0.0	−3.4
Nr. 2 – Nr. 3	112	0.7	−3.6514	+0.4	−3.6505	−0.6	−7.7906	+0.4	−0.9	−1.7
Nr. 3 〰 Nr. 4	120	0.7	−4.1426	−0.1	−4.1418	−0.1			−0.8	
Nr. 4 – Nr. 5	100	0.7	−3.5110	±0.0	−3.5110	+0.5	−3.5089	+0.1	±0.0	−2.1
Nr. 5 – Nr. 6	122	0.7	−3.8162	+0.6	−3.8159	+0.4	−3.8154	−0.6	−0.3	−0.5

（ロ）鹿野斷層　（於吉岡村矢矯）
B.　Sikano-verweriung (auf Yahagi, Yosioka)

標石番號 Festpunktnummer	標石間距離 Festpunktentfernungen	許容往復差 Erlaubte Schliessfehler	第一回（昭和18年9月26日）I. (26. Sept. '43) 水準差（米） Höhenunterschiede	往復差（粍） Söhliessfehler	第二回（昭和18年9月29日）II. (29. Sept. '43) 水準差（米） Höhenunterschiede	往復差（粍） Schliessfehler	第三回（昭和19年5月16日）III. (16. Mai '44) 水準差（米） Höhenunterschiede	往復差（粍） Schliessfehler	水準差の變化（粍） Veränderungen der Höhenunterschiede 自第一回至第二回 von I bis II 4 Tage	自第二回至第三回 von II bis III 233 Tage
	m	mm	m	mm	m	mm	m	mm	mm	mm
Nr. 1 – Nr. 2	207	1.0	−4.1806	+0.6	−4.1798	+0.7	−4.1778	+1.7	−0.8	−1.2
Nr. 2 〰 Nr. 3	196	0.9	−2.8015	+0.5	−2.8015	+0.2	−2.7994	±0.0	±0.0	−2.1
Nr. 3 – Nr. 4	178	0.9	−7.5576	+0.4	−7.5587	+0.4	−7.5612	+0.2	+1.1	+2.5

（ハ）吉岡斷層　（於吉岡村吉岡）
C.　Yosioka-verwerfung (auf Yosioka, Yosioka)

標石番號 Festpunktnummer	標石間距離 Festpunktentfernungen	許容往復差 Erlaubte Schliebfehler	第一回（昭和18年9月27日）I. (27. Sept. '43) 水準差（米） Höhenunterschiede	往復差（粍） Söhliessfehler	第二回（昭和18年9月30日）II. (30. Sept. '43) 水準差（米） Höhenunterschiede	往復差（粍） Schliessfehler	第三回（昭和19年5月17日）III. (16. Mai. '44) 水準差（米） Höhenunterschiede	往復差（粍） Schliessfehler	水準差の變化（粍） Veränderungen der Höhenunterschiede 自第一回至第二回 von I bis II 4 Tage	自第二回至第三回 von II bis III 233 Tage
	m	mm	m	mm	m	mm	m	mm	mm	mm
Nr. 1 – Nr. 2	129	0.7	−1.8803	−0.1	−1.8799	±0.0	−1.8820	+1.1	−0.4	+2.1
Nr. 2 〰 Nr. 3	154	0.8	−0.4101	−0.3	−0.4102	+0.5	−0.4092	−0.1	+0.1	−1.0
Nr. 3 – Nr. 4	143	0.8	−1.3847	+0.5	−1.3849	+0.1	−1.3842	−0.5	+0.2	−0.7

注　水準差の符號は Nr. 1. → Nr. 2 が負であるのは Nr. 1 が高いことを示す.
　　往復差の符號は Nr. 1. → Nr. 2 より Nr. 2 → Nr. 1 を減じた値で示す.
　　〰〰 は斷層を示す.

Anmerkungen. Wenn Festpunkt Nr. 1 höher als Nr. 2 ist, ist der Höhenunterschied zwischen Nr. 1 und Nr. 2 negativ.
Schliessfehler ist die Höhenuterschied Nr. 1 → Nr. 2 minus Nr. 2 → Nr. 1.
〰〰 Zeigt die Lage der Verwerfung.

第 II 表　鳥取地震斷層水準測量結果（乙）

Tabelle II. Nivellmentergebnisse der Tottori-Erdbebenverwerfungen B.

（イ）鹿野斷層（於鹿野町末用）

A. Sikano-verwerfung (auf Suwemoti, Sikano)

標石番號 Festpunktnummer	Nr. 1（南端）をもととした標高（米） Höhenunterschiede über Nr. 1				第一回よりの變動（粍） Veränderungen nach der 1. Messung			
	第一回 I	第二回 II	京大 Kyoto	第三回 III	第一回 I	第二回 II	京大 Kyoto	第三回 III
	m	m	m	m	mm	mm	mm	mm
Nr. 1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0	0.0	0.0	0.0
Nr. 2	− 5.2253	− 5.2253	− 5.2239	− 5.2219	0.0	0.0	+1.4	+3.4
Nr. 3	− 8.8767	− 8.8758	− 8.8741	破損 zerstört	0.0	+0.9	+2.6	—
Nr. 4	−13.0193	−13.0176	−13.0144	−13.0125	0.0	+1.7	+4.9	+6.8
Nr. 5	−16.5303	−16.5286	−16.5237	−16.5214	0.0	+1.7	+6.6	+8.9
Nr. 6	−20.3465	−20.3445	−20.3383	−20.3368	0.0	+2.0	+8.2	+9.7

（ロ）鹿野斷層（於吉岡村矢矯）

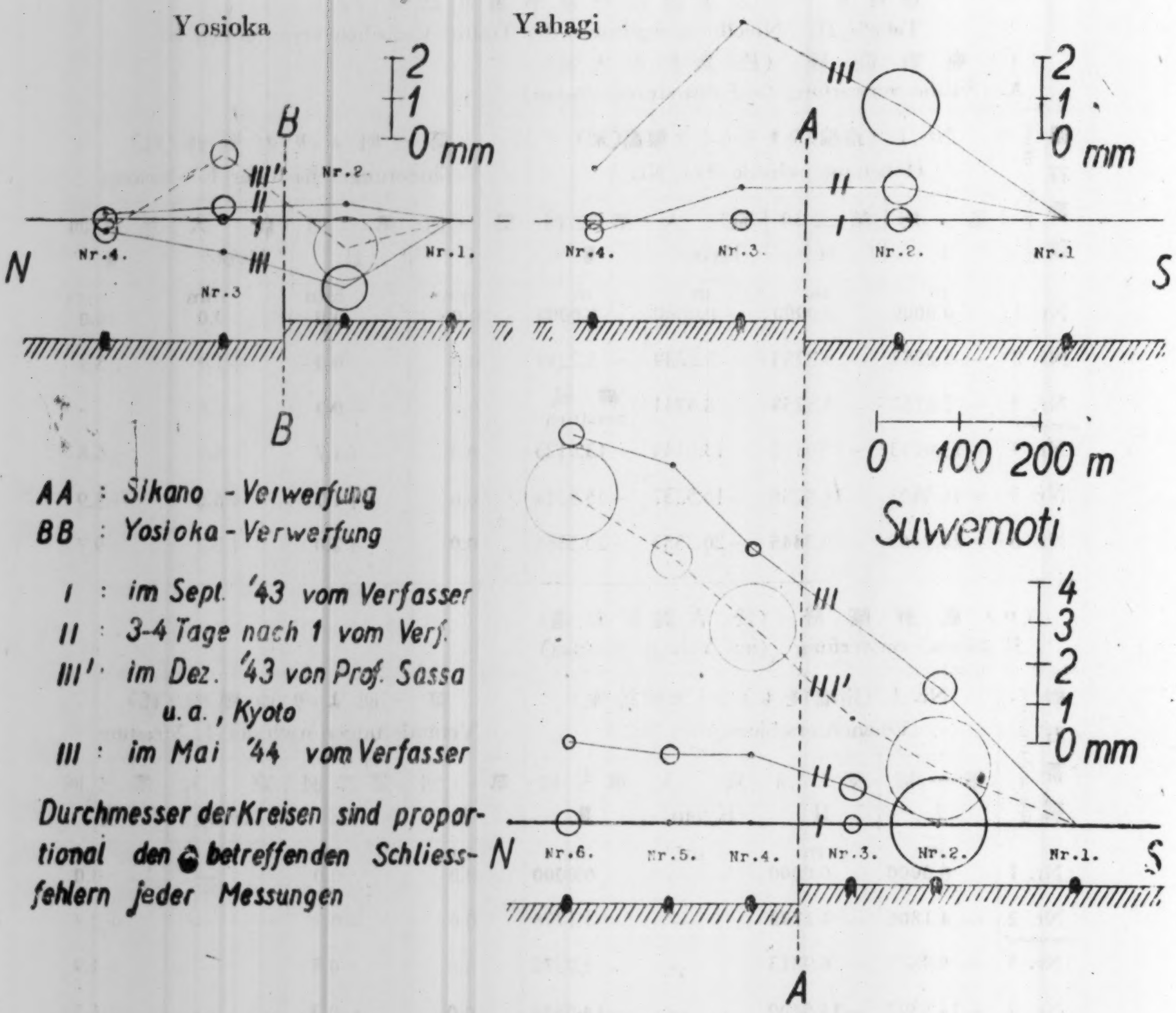
B. Sikano-verwerfung (auf Yahagi, Yosioka)

標石番號 Festpunktnummer	Nr. 1.（南端）をもととした標高（米） Höhenunterschiede über Nr. 1				第一回よりの變動（粍） Veränderungen nach der 1. Messung			
	第一回 I	第二回 II	京大 Kyoto	第三回 III	第一回 I	第二回 II	京大 Kyoto	第三回 III
	m	m	m	m	mm	mm	m	mm
Nr. 1	0.0000	0.0000	—	0.0000	0.0	0.0	—	0.0
Nr. 2	− 4.1806	− 4.1798	—	− 4.1778	0.0	+0.8	—	+2.8
Nr. 3	− 6.9821	− 6.9813	—	− 6.9772	0.0	+0.8	—	+4.9
Nr. 4	−14.5397	−14.5400	—	−14.5384	0.0	−0.3	—	+1.3

（ハ）吉岡斷層（於吉岡村吉岡）

C. Yosioka-verfung (auf Yosioka, Yosioka)

標石番號 Festpunktnummer	Nr. 1. 南端をもととした標高（米） Höhenunterschiede über Nr. 1				第一回よりの變動（粍） Veränderungen nach der 1. Messung			
	第一回 I	第二回 II	京大 Kyoto	第三回 III	第一回 I	第二回 II	京大 Kyoto	第三回 III
	m	m	m	m	mm	mm	mm	mm
Nr. 1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0	0.0	0.0	0.0
Nr. 2	−1.8803	−1.8799	−1.8810	−1.8820	0.0	+0.4	−0.7	−1.7
Nr. 3	−2.2904	−2.2901	−2.2888	−2.2912	0.0	+0.3	+1.6	−0.8
Nr. 4	−3.6751	−3.6750	−3.6754	−3.6754	0.0	+0.1	−0.3	−0.3



第 9 圖 鹿野・吉岡斷層の地震後の動き——空間的表現

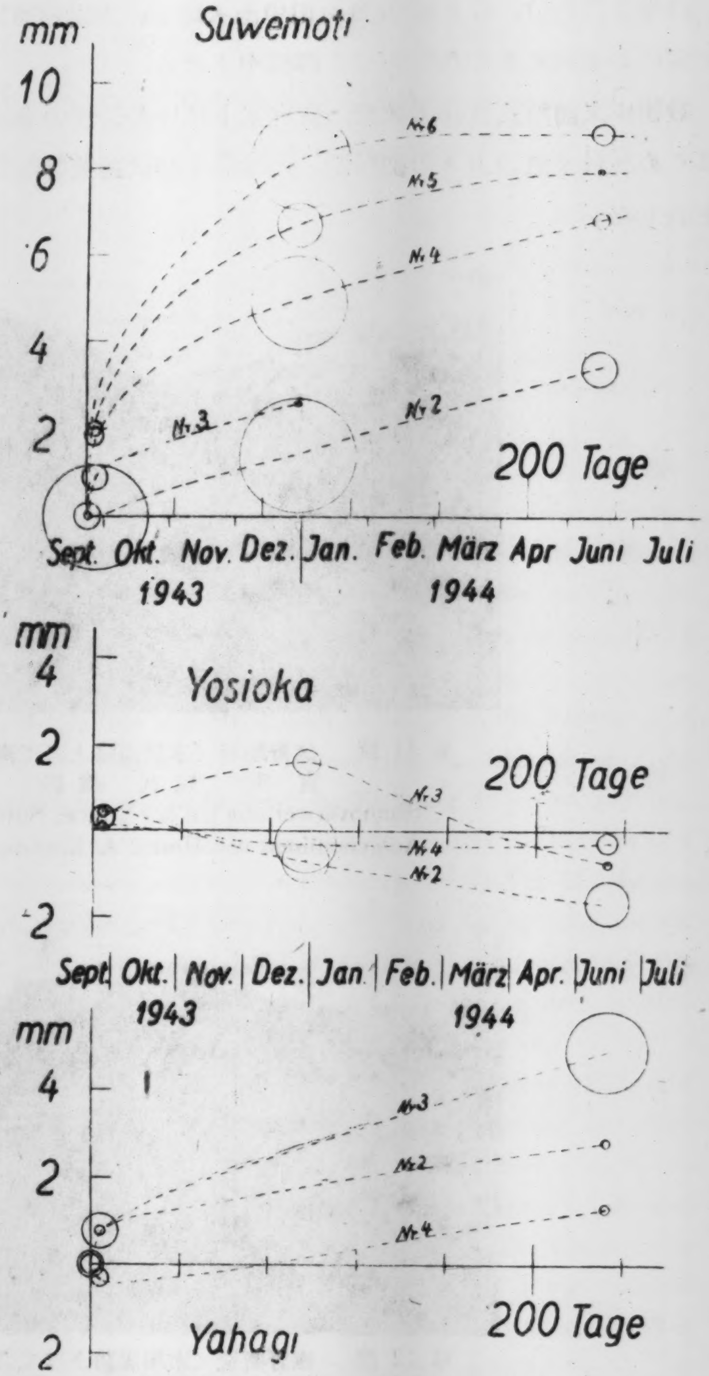
れる．そして南側の點も斷層に近いものほどその動きに多少ひきずられてることもみとめられる．しかし矢矯においては鹿野斷層も別樣にうごく．大體うごきの量がわづかであるうへに，斷層の兩側がむしろ對稱的に變動してをり，斷層の部分がもち上つたかたちである．しひてどちらかといふならむしろ逆にこゝでも北側が上つてをりかへつて地震のときのうごきのつゞきとみられる．あるひは末用とおなじうごきをしてるともみられる．吉岡斷層のうごきはなほわづかであつて，はつきりしたことはいへないがいくらか南側即ち地震のときに高まつた方がひくくなる，即ち行きすぎをとりもどす傾向にあるといへよう．これらの時間的變化の模樣は，それぞれの場所で最南端の石 Nr. 1 をずつと不動であつたとして，各標石について，横軸に時間をとつてし

めした第10圖で明瞭になると思ふ．

地震斷層の地震後のうごきの觀測された例は，さきに述べた通り，丹後でも伊豆でも，地震のときと同じ向きのうごきであつたのが，今度は少くとも末用では逆向きのうごきがみられたことは注目に値する．

また地震後のうごきで斷層にごく近い點がその反對側の動きにひきづられる傾向が，濃尾地震の斷層でも丹後地震の斷層でも注意された事實で，[8] それが今度もみられたこともおもしろい．

吉岡村における標石埋設其他測量準備については本所川島助手に負ふところが多い．第一回第二回測量は本學地球物理學科學生，田中正一，松本誠一，立石哲夫，岸保（サンボ）勘三郎の四君，第三回測量は都立第十二中學校生徒，



第 10 圖　鹿野・吉岡斷層の地震後の動き時間的表現

家高英輔，久富仰，中川晴夫の三君の助力によつた．又最初の斷層發見とその追跡の山あるきとには地球物理學科學生佐藤信郎君が同行された．こゝに感謝する．

8) C. Tsuboi, Jap. Journ. Astr. Geophys. X (1933) 2.

現地官民各位，ことに鹿野町田中源次郎氏，吉岡村宮野久代氏，同村小林助役には非常にお世話になつた．あつく御禮申上げる．

最後に又前所長故妹澤教授，研究室主任坪井教授の御激勵，萩原教授，永田助教授はじめ所員多數の方々の御援助，陸地測量部武藤技師等の御後援とを記して感謝の意を表したい．

第 11 圖　鹿野斷層（末用道路上にて南を望む）
實川　顯氏　撮影
Sikanoverwerfung auf der Strasse, Suwemoti.
Aufgenommen von Herrn. A. Zitukawa.

第 12 圖　鹿野斷層（末用堤防上にて北を望む）
實川　顯氏　撮影
Sikanoverwetfung auf dem Damm, Suwemoti.
Aufgenommen von Herrn. A. Zitukawa.

4. *Die zwei Verwerfungen beim Tottori-beben vom 10. Sept. 1943 und ihre Bewegungen nach dem Beben.*

von Setumi Miyamura, Institut für Erdbebenforschung.

Zusammenfassung

Am 10. Sept. 1943 wurden die Provinz Tottori und ihre Umgebungen von einem zerstörenden Erbdeben heimgesucht und dabei kamen im Schüttergebiet, südwestlich von der Stadt Tottori, zwei parallele sich über viele Kilometer erstreckende Verwerfungen an den Tag. Die eine südliche läuft von Sikano bis Kutihosomi in der Richtung SWW–NOO und man nennt sie Sikano-verwerfung nach dem Namen der Ortschaft, wo die Verschiebung am deutlichsten erkannt ist. Die andere liegt einige Kilometer nordöstlich der ersteren, zwischen Nagaye und Otuka, gerade in derselben Richtung und sie heisst Yosioka-verwerfung, da die Verschiebung quer auf der Strasse, ein wenig südlich von dem Kurort Yosioka, am grössten ist. (s. Fig. 1) Nach der Beobachtung auf der Stelle stellt es sich heraus, dass die erstere eine sogenannte "Scharnierverwerfung" ist, deren östliche Hälfte auf der Nordseite erhoben ist und deren westliche auf derselben Seite gesunken ist, indem sich die Nordseite überall längs der ganzen Bruchlinie nach Osten gegen die Südseite verschoben hat. Es stützt vielleicht die Meinung vom seligen Prof. M. Ishimoto über die Zusammenhang zwischen der geographischen Verbreitung der Richtung der ersten Schwingung eines Erdbebens, nämlich vom Stoss oder Zug des ersten Einsatzes des Bebens und der dieses Bebens bezüglichen Erdkrustenverschiebung im Schüttergebiet. (s. Fig. 8) Dagegen ist die letztere aber eine einfach nordvertiefte Verwerfung und auch üebrall zeigt sie die selbe horizontale Verschiebung. Zwar im vorliegenden Berichte stehen ja einige Geländebeobachtungen und Bemerkungen darüber, mussten doch die Einzelheiten dem anderen überlassen werden. (s. z. B. den Artikel von Prof. H. Tsuya in diesem Hefte.)

Ausserdem, wie die Verschiebung nach dem Beben sich verläuft, ist wissenschaftlich sehr interessant und die exakten Nivellierungen wurden dort dreimal vom Verfasser (zwischen 24–27 u. 28–30 Sept. 1943 und 14–17 Juni 1944) und einmal von Prof. K. Sassa u. a., Kyoto kaiserliche Universität (Dez. 1943) durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Vermessungen sind in Tabelle I und II gebracht und in Fig. 9 und 10 kann man gute räumliche und zeitliche Darstellung der Veränderungen. Der zeitliche Verlauf zeigt ungefähr die in den früheren Zustand zurückkehrende Tendenz ; das ist gerade das Gegenteil der Bewegung der Verwerfungen nach dem Nobi-beben, Tango-beben und Idu-beben und vielmehr ähnlich der der Krustenverschiebung nach dem Kwanto-beben. Noch dazu kommt es ein auffallendes, dass die Gegeneinanderschleppung der beiden Seiten der Bruchlinie klar in Fig. 9 erkannt wird und es ist schon von einigen Autoren bei den genannten Erdbeben über die nachseismischen Bewegungen der Verwerfungen bemerkt worden.

5. 鳥取大地震の時の狛犬の運動

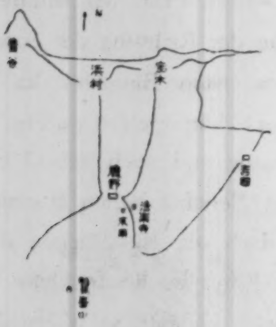
地震研究所　松　澤　武　雄

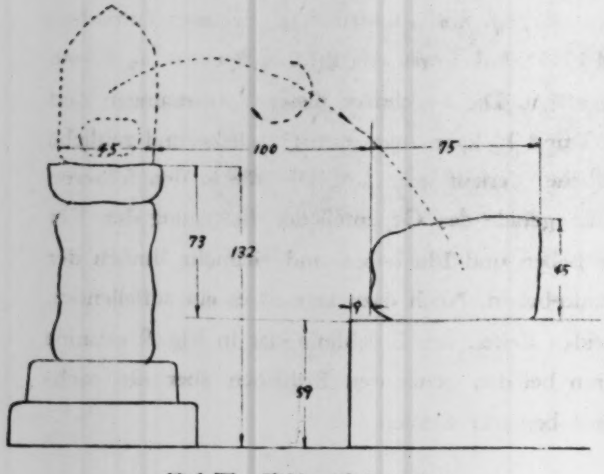
（昭和19年5月16日發表——昭和19年6月20日受理）

昭和18年9月10日の鳥取縣下に主として大きな災害を生じた大地震に際して震央附近に於て起つたいろいろな簡單な物體の運動のうちで比較的大きな移動を生じたものに神社の狛犬がある．そのような大きな移動を生ずるに要する地動の要素について若干の考察を行ふことにする．

濱村に於ける例

濱村驛西方 500m 程の所に神社があつて狛犬，石燈籠，鳥居等の倒れたものが多く其の方向は大略 N 110° E 又は其の反對方向である．鳥居のうちで面が其の方向にあつたものは倒れてゐない．





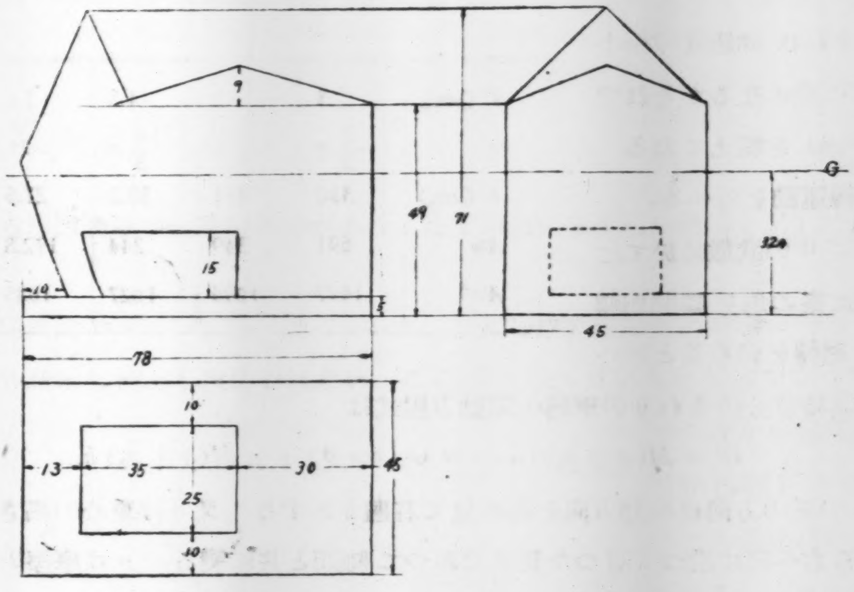
第1圖　濱村の狛犬の動き
數字は cm

極めて明瞭に觀察された狛犬の動きは第1圖の如きものである．

即ち左方點線で示した位置から途中恐らく點線で示したような回轉と移動を行つて右方のような位置に移つてゐるのである．この時重心 G の位置は底から 32.4cm 體積は $V=155500\text{cm}^3$，重心を通る前後の軸のまわりの慣性能率は密度を ρ として

$$I=63500000\,\rho$$ となる．

さて狛犬が第一圖のような位置に移る途中の道筋は種々考へられるのであるが，一番尤もらしいのは先づ臺の上で辷り重心が臺の縁まで來る頃には運動方



第 2 圖　第 1 圖 の 狛 犬 の 簡 單 化

向を右に見て右廻りの廻轉を初めると考へられる．これは簡單な實驗の結果もその通りであつて餘程の事情のない限り反對の回轉を持つことはない．

次に臺を離れた後の重心の運動を考へるのに，臺即ち地面に固定した座標系を ξ, η, 其の原點の座標を空間に固定した座標系に對して x_0, y_0, とすれば運動方程式は

$$\left.\begin{aligned}\ddot{x}_0 + \ddot{\xi} &= 0,\\ \ddot{y}_0 + \ddot{\eta} &= -g\end{aligned}\right\}$$

最も簡單な場合として

$$x_0 = A \sin wt, \qquad y_0 = A \sin wt.$$

又此様な運動に對して狛犬が最も遠く飛び得る場合として $t=0$ 即ち狛犬が臺を離れる時刻に $\dot{\xi}=0$, $\dot{\eta}=0$; $\xi=0$, $\eta=0$ とすれば

$$\left.\begin{aligned}x_0 + \xi &= Awt,\\ y_0 + \eta &= -\frac{1}{2}gt^2 + Awt\end{aligned}\right\}$$

次に移動の後地面を打つ時刻を t_1 とすれば其時 $\xi = 142\text{cm}$, $\eta = -83\text{cm}$ であるから前式に代入して

$$t_1 = 0.678\text{sec.}$$ となる．

故に

$$A = \frac{142}{wt_1 - \sin wt_1},$$

から振幅と週期の關係が與へられる．今の場合 A も w も不明であるからいろいろな w したがつていろいろな週期に對する振幅，速度 Aw 加速度 Aw^2 を示せば次のように

なる.

これによれば加速度の極小は週期 1.5ˢ 邊になるがそれでも尚 1000gal を超えてゐる.

T (sec)	3	2	1.5	1.0	0.5
w	$\frac{2}{3}\pi$	π	$\frac{4}{3}\pi$	2π	4π
A (cm)	330	111	58.2	27.5	18.4
Aw	691	349	244	172.8	253
Aw^2	1447	1095	1027	1085	2900

次に廻轉運動を考へる.

$\ddot{x} < 0$, $\ddot{y}_0 < 0$ の狀態に於て辷り初め遂に臺の角を瞬間廻轉軸として廻轉を初めると考へられる. 其時重心のまわりの廻轉の運動方程式は

$$I\ddot{\theta} = M(g + \ddot{y}_0)(h\sin\vartheta - l\cos\vartheta) + \mu M(g + \ddot{y}_0)h,$$

但し ϑ の正の方向は移動方向を右に見て右廻りとする. 又 h は重心の高さ, l は重心の足から右へ底に沿つて計つた長さであつて時間と共に變る. μ は摩擦の係數である.

次に $\ddot{x}_0 > 0$, $\ddot{y}_0 > 0$ の位相になると底と臺とは互に辷ることを止めると考へられ

$$I\ddot{\theta} = M(g + \ddot{y}_0)(h\sin\vartheta - l\cos\vartheta) - M\ddot{x}_0(h\cos\vartheta + l\sin\vartheta).$$

これから臺を離れるまでに受ける廻轉量と角速度とを出せば問題は定まる筈であるが今の場合未定の量が澤山あつて解が定まらない. 然し乍ら臺を離れてから地面に落ちるまでの間即ち $t_1 = 0.678$sec の間に 180° 以上の廻轉を起すことは困難ではない.

次に運動様式を $x_0 = Ae^{-h^2t^2}$, $y_0 = Ae^{-h^2t^2}$ にとつてみよう. 最も遠く飛び得る場合として臺を離れる時刻を地動の最大速度の時刻とすれば $t_0 = -\frac{1}{\sqrt{2}h}$, $x_{00} = Ae^{-\frac{1}{2}}$, $\dot{x}_{00} = \sqrt{2}\,Ahe^{-\frac{1}{2}}$

故に

$$\dot{x}_{00}t + x_{00} - x_0 = \xi.$$

$\xi = 142$cm として

$$\sqrt{2}\,Ahe^{-\frac{1}{2}}t_1 + Ae^{-\frac{1}{2}} - Ae^{-h^2\left(-\frac{1}{\sqrt{2}h} + t_1\right)^2} = 142$$

即ち

$$A = \frac{234}{\sqrt{2}ht + 1 - e^{\sqrt{2}ht - h^2t^2}}$$

此時にも A 及び h が不明であるがかりに $\frac{1}{\sqrt{2}h} = 0.25$ とすれば $A = 70.1$ 最大加速度 $2h^2A = 1122$gal, $\frac{1}{\sqrt{2}h} = 0.5$ とすれば $A = 292$cm 最大加速度 1167gal となる.

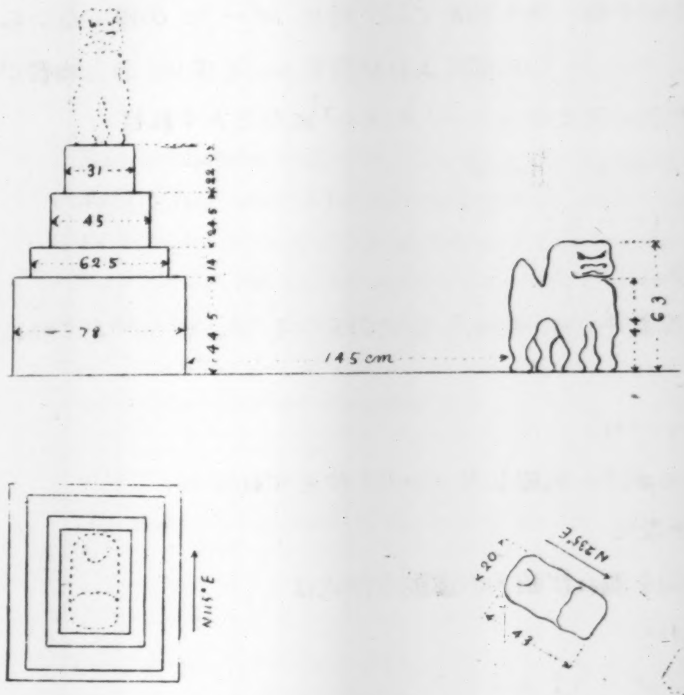
以上いづれの場合に於ても最大加速度は 1000gal を超えることになるが附近の他の

構造物に對する作用から推定すれば此の程度の週期でこんな大きい加速度があつた筈がない.

圓通寺の狛犬

千代川右岸の圓通寺部落に神社があつてこゝの狛犬も著しい移動を示してゐる.（第3圖）

移動方向は約 $N\,210°\,E$, 臺の高さ 110cm, 狛犬の移動距離は約 230cm である. 勿論途中に落ちたのを動かしたのではない. この場合狛犬は落ちた位置で立つた狀態にあつたから廻轉から云へば殆ど廻らなかつたか360°の倍數だけ廻つたかであるが大きい廻轉角速度を得ることは普通簡單でないから恐らく殆ど廻轉はなかつたものと見られる.



第 3 圖　圓通寺部落の狛犬

さて前と同樣の式から $\xi = 230\text{cm}$ $\eta = -110\text{cm}$ として $t_1 = 0.833\text{sec}$ が出る.

週期, 振幅, 速度, 加速度等は次のようになる.

T	3	2	1.5	1.0	0.5
w	$\frac{2}{3}\pi$	π	$\frac{4}{3}\pi$	2π	4π
A	302.5	108.5	60.0	37.7	20.25
Aw	634	304.5	251	237	255
Aw^2	1327	1070	1052	1430	3200

此の場合にも週期約1,5秒邊で加速度極小になるがそれでも 1000gal を超える. 即ち濱村の場合と大差がない. こゝでも他の構造物に對する作用から見て此樣な週期で此樣な大加速度の運動は考へ難い.

狛犬の移動に關するいろいろな推論

以上によつて撃力を考へることなしに説明しようとすれば他の現象と調和し得ない地動を假定せねばならないことを知つた．又もし地動に二種或はそれ以上の簡單な振動例へば

$$x_0 = A_1 \sin w_1 t + A_2 \sin w_2 t,$$
$$y_0 = A_1 \sin w_1 t + A_2 \sin w_2 t,$$

の如きものを假定するとしても以上の困難は除かれない．

そこで次は移動の或時期に撃力が與へられることを考へて見よう．最も遠くまで飛び得る場合として $wt=\pi$ の邊で臺を離れ落ち初めて居た時に $wt=2\pi$ の邊で臺から衝突による撃力を受けたとする．Newton の法則によれば質量 m_1 及び m_2 の二物體が初めの速度 v_1 及び v_2 で衝突した後に速度が夫々 $v_1{}^1$ 及び $v_2{}^1$ になるとすれば

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1{}^1 + m_2 v_2{}^1,$$
$$v_1{}^1 - v_2{}^1 = -e(v_1 - v_2),$$

但し e は撥ね返りの係數である．

今の場合臺即ち地面に關する量を m_1, v_1, $v_1{}^1$, 狛犬のものを m_2, v_2, $v_2{}^1$ とすれば $m_1 \gg m_2$, $v_1{}^1 \approx v_1$ であるから

$$v_2{}^1 \doteqdot v_1 + e(v_1 - v_2).$$

v_2 は負の小さい値と考へられるが之を省略し又 $e=0.7$ 位とすれば

$$v_2{}^1 = 1.7\, v_1 \quad となる．$$

そこでこの衝突の時刻から時間を測れば狛犬の運動方程式は

$$x_0 + \xi = 1.7\, Awt$$
$$y_0 + \eta = -\frac{1}{2} gt^2 + 1.7\, Awt$$

となる．前と同樣に濱村の狛犬について云へば

$$A = \frac{142}{1.7wt_1 - \sin wt_1}$$

これから w, A, Aw, Aw^2 等との關係を計算すれば

T	3	2	1.5	1.0	0.5
w	$\frac{2}{3}\pi$	π	$\frac{4}{3}\pi$	2π	4π
A	71.7	35.9	22.6	14.5	7.6
Aw	150.2	112.8	94.9	91.1	95.4
Aw^2	315	354.2	397.5	572	1198

即ちこのように考へることによつて週期 1.5sec，振幅 23cm 程度，加速度 400gal 程度の運動で説明することが出來る．要するに狛犬のこのような運動はどこかに撃力の要

素を入れないと説明が困難である.

序に圓通寺部落の場合を同様に調べれば次のようになる.

T	3	2	1.5	1.0	0.5
w	$\frac{2}{3}\pi$	π	$\frac{4}{3}\pi$	2π	4π
A	116.2	51.6	36.6	23.5	12.3
Aw	243.5	162	153.3	147.7	154.7
Aw^2	511	509	642	928	1943

即ち大體週期2秒, 振幅52cm 程度の運動によつて他のものとも餘り矛盾しないものが與へられる.

5. *Uber die Verschiebung von Komainu*[1] *bei* dem Tottori-Grossbeben.

Von

Takeo Matuzawa.

Beim Tottori-Grossbeben vom 10. Sept. 1943 wurden mehrere grosse Verschiebungen von einfachen Gegenständen beobachtet. Darunter ist die Verschiebung von Komainu in die nähere Betrachtung gezogen. Ein Komainu sprang nach unten vom Grundstein um 83 cm und seitlich um 142 cm. Ein anderer sprang nach unten um 110 cm und seitlich 230 cm. Es ist gezeigt, dass ein Stoss von Komainu mit dem Sockel während der Bewegung nötig sei, wenn die damit berechnete Beschleunigung der Bodenbewegung mit den Wirkungen auf die anderen Gegenstände vereinbar sein müsse.

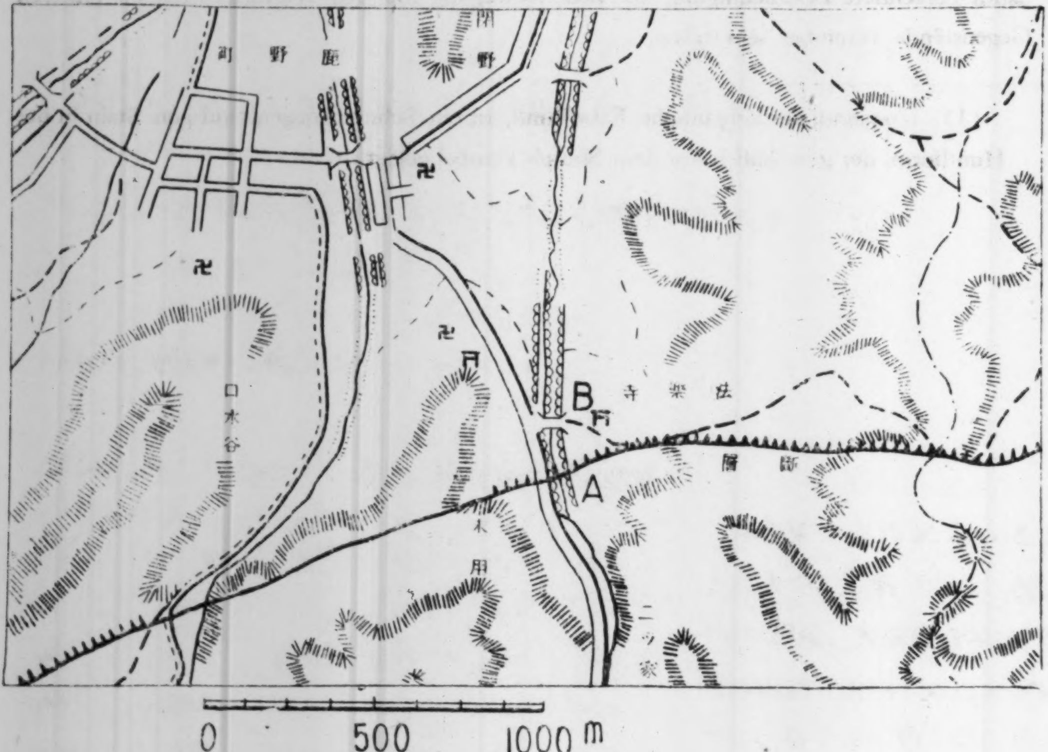
(1) Komainu, der koreanische Fabelhund, ist ein Schmuckgegenstand von Stein in der Hundform, der gewöhnlich vor dem Shintô-Tempel gelegt ist.

6. 斷層の動きと地表傾斜變化の觀測

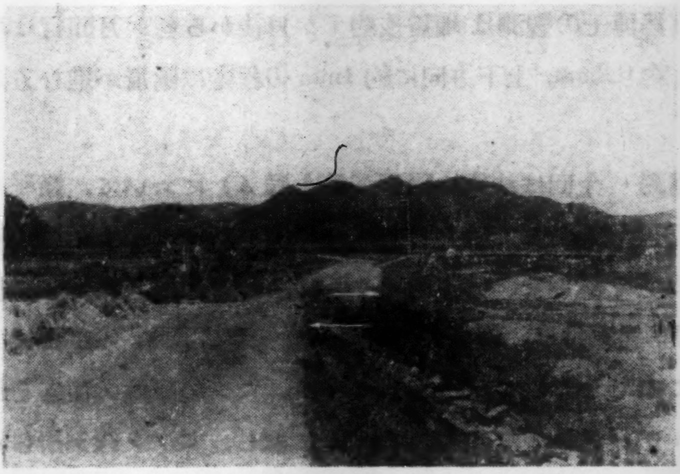
地震研究所　萩　原　尊　禮

（昭和18年10月19日發表――昭和19年9月20日受理）

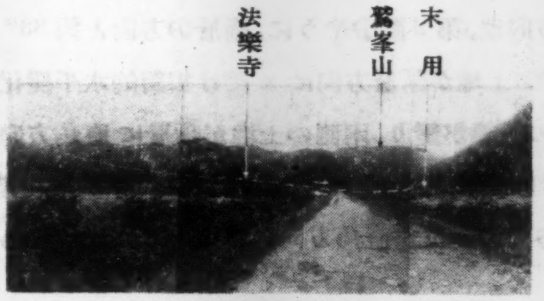
緒　言　昭和18年9月10日の鳥取地震に際して鹿野，吉岡の兩地震斷層が現れた．前者は鹿野町の南1kmにある法樂寺，末用の部落を通つて略々東西に走り延長約7.5km，後者は吉岡溫泉の南を通り，同じく略々東西に走り延長約4kmである．水平のズレは兩斷層とも北側が南側に對して東に動き，ズレの量は大きいところでは1.5mに達した．鹿野斷層においては，西部において北下りの落差を示し，その量は大きいところで50～60cmであり，東部においては南下りの傾向を示した．吉岡斷層においては，鹿野斷層ほどの顯著な落差はないが，大體において北下りであつた．地震斷層が成生されるときの狀況，即ち，地震動との時間的關係，成生の速度に關しては，過去の大地震の場合について確實に目撃された例がない．今回の場合も亦この例に洩れない



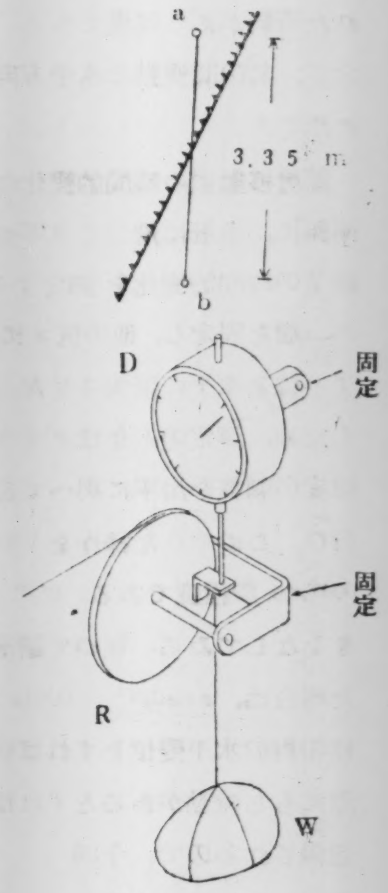
第　1　圖



第 2 圖　鹿野斷層（末用にて北を向いて撮す）



第 3 圖　鹿野斷層（南を向いて撮す）
破線は斷層の位置を示す



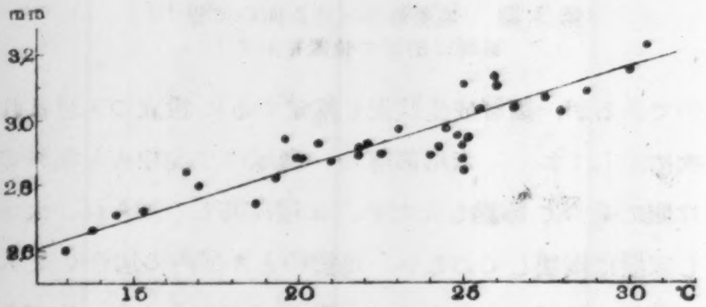
第 4 圖

のであるが，斷層成生状況を推定するに役立つと思はれる，筆者の見聞した一事實を次に記しておく．末用部落の一農家の丁度中央を斷層がよぎり，家屋の片側が斷層の片側に乘つて移動したため，家屋は甚しく捩られ，太い檜の柱が引裂かれてゐた．然し家屋は倒壞してゐない．地震のとき屋内に居合せた人達の話によると，地震が始つて屋外に避難しようと上り框附近まで來たとき，床が急に持ち上りつまづいて前に倒れたといふ．このとき斷層により家が捩られたものと想像される．そして家外に出たときは，既に家の前には斷層がその後と變らぬ形で成生されてゐるのを確實に目撃した．この言を眞とすれば斷層は地震初動後數秒，即ち主要動と殆ど同時に比較的短時間のうちに完成されるものと思へる．地震斷層成生後の變動については，地震斷層をよぎる精密水準路線の檢測結果から，幾つかの例が知られてゐる．然し，成生直後の變動に對する詳しい測定はその例が少なく，僅かに昭和5年11月26日の北伊豆地震のとき，高橋博士[1]が丹那隧道内に生じた斷層滑面にダイヤルゲージを取付けて觀測さ

1）高橋龍太郎　震研彙報 9 (1934), 435.

れた資料がある程度である．高橋博士の觀測は地震後約1ヶ月後から數ヶ月間行はれたが，其の間變動は水平方向に約0.2mm，上下方向に約1mmの程度に斷層が進む方向に生じた．

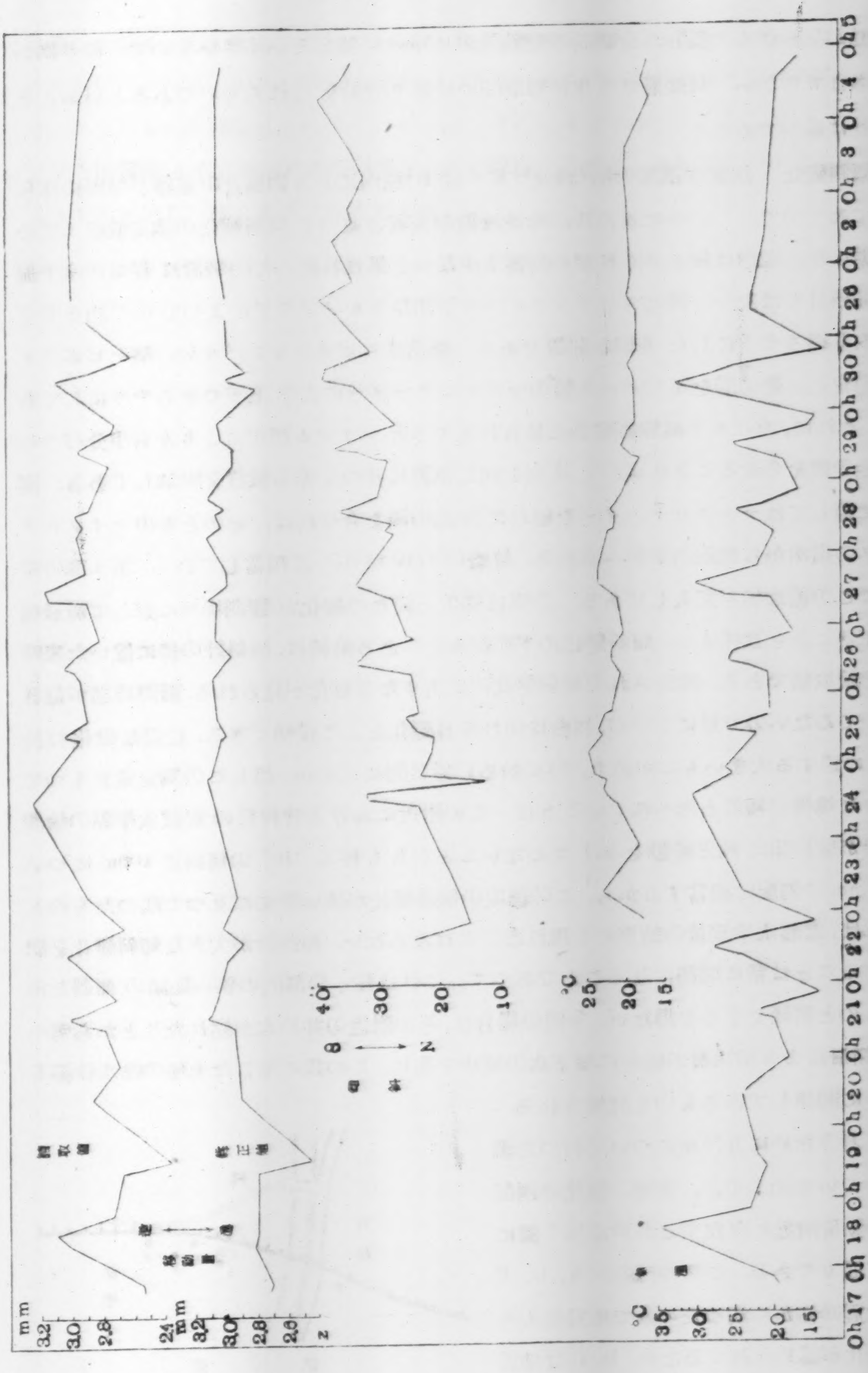
斷層移動量の時間的變化の觀測　今回は法樂寺附近（第1圖A）において，斷層の兩側に，斷層に沿つて3.35mの間隔を離して杭を打ち，この杭を基準にして斷層の移動量の時間的變化を測定することを試みた．第4圖のやうに，片方の杭bにピアノ線の一端を固定し，他の杭aに滑車を取付け，滑車にピアノ線を掛け，1.5kgの重錘でピアノ線を水平に緊張させた．このやうにして，滑車，ダイヤルゲージの摩擦の影響を除くため，測定のときはダイヤルゲージを滑車に觸れぬやうに離し，ピアノ線が滑らぬ程度の刺戟を滑車に與へて振動させた後，緩やかにダイヤルゲージを當てて讀取りを行ひ，このやうな操作を3回行つてその平均を取つた，單獨讀取値間の差違は0.01～0.02mmの程度である．ピアノ線の方向は，第2圖のやうに，斷層の方向と約33°角の傾きをなしてゐる．從つて斷層の兩側の土地が斷層方向にxだけ相對的水平變化を行つた場合は，$x\cos 33° = 0.84x$ だけ杭の距離が變り，兩側の土地が斷層に直角方向にyだけ相對的水平變位をすれば杭の距離は $y\sin 33° = 0.54y$ だけ變ることになる．然し，實際にもし變動があるとすれば斷層方向の變位が直角方向の變位よりは顯著であらうと想像されるので，今回測定された量は大體において斷層の横ズレの變動を示すものと見做して差支へないと思ふ．ダイヤルゲージの讀取値は第4圖の最上段に掲げてある．これと氣溫とを比較すると明かに相關々係があるが，これは主としてピアノ線の溫度による伸縮によるものと思はれる．9月22日より30日に至る期間について，縱軸に讀取値，横軸に溫度をとつてプロットすると第5圖が得られる．これより實驗式をきめると



第　5　圖

$$\mathrm{Dmm} = 3.01\mathrm{mm} \pm 0.02 + (0.025\ \mathrm{mm} \pm 0.001)(t° - 25°)$$

となる．こゝにDmmは溫度t°Cにおけるダイヤルゲージの讀取値を $t = 25°C$ における値に修正したもので，第6圖の上から2番目に掲げてある．これを見ると斷層は始めの數日間は稍々逆行する傾向を見せてゐるが，其の後は殆ど靜止の狀態にある．9月19日21時19分及び9月21日14時41分頃に起つた顯著な餘震の前後で比較的急な



第 6 圖

變動が見られる．然し，全期間の變動量が0.3mmに達しない小さいもので，餘り細い議論はできない．只斷層は成生後短期間には餘り活動を行はぬものであるといふことだけは確かであるる．

傾斜變化 法樂寺部落の稻荷神社(第1圖B)境内にある御輿倉の基礎が堅固に作られてゐたので，この中に永田氏の地電流觀測裝置と並べて傾斜變化の測定裝置1成分を据へた．境内は樹木多く日照の影響も少ないと思はれた．この裝置は從來の水平振子傾斜計ではなく，精密スピリツトレベルを用ひヌルメソツドによつて0.5″角までを讀取り得るやうにした手輕な裝置である．構造はスピリツトレベルの一端をピボツトで固定し，他の端をインバール製のマイクロヌーターにより上下できるやうにしてある．これに，ウイルド萬能經緯儀に見られるやうなプリズム屈折により左右半分づつの水泡の像を合せることによつて水泡を同じ位置に持つて來る裝置を附加してある．測定に際してはマイクロメーターを廻して水泡の像を合せれば，そのときのマイクロメータの指示から傾斜角が與へられる．目盛の1/10が0.5″に相當してゐる．第4圖の中央にこの讀取値を記入してある．方向は圖の上向きの變化が觀測場所に對して斷層側が下ることを意味する．傾斜變化の下に記入してある曲線は，傾斜計の傍に置いた寒暖計の讀取値である．測定された傾斜變化には大きな日變化が見られる．觀測時刻が毎日定つてゐないので見にくいが，屈曲は何れも日變化として説明できる．緩慢な變化は約20″に達する大きいものがあり，特に始めの數日間に大きい．然しこの測定量をもつて大きな地塊の傾斜と考へにくいことは，この附近における宮村氏の假設水準點の檢測結果が數日間に殆ど變動を示してゐないことからも判る．10″の傾斜は100mについて5mmの勾配に相當するから，この程度の傾斜變化が廣い範圍に互つて起つたものとすれば，當然水準測量の結果にも現れなくてはならない．傾斜計が大きな傾斜變化を記錄することは常に問題になることであつて，これは極く局部的の狹い範圍の傾斜を示すものと解釋せざるを得ない．今回の場合は，その附近の井戸水が枯れたことから考へて，斷層により滯水層が破られ地下水の減少を生じ，この爲に生じた土地の脱水收縮も大いに關係してゐるものと想像される．

參考のために井戸水について行つた調査について記すと，末用，法樂寺兩部落の斷層附近に存在する井戸は第7圖に示す通りである．この中，圖のA, D, Eは地震時僅かに濁つたのみで地震後大きな變化が認められてゐない．B, Cは地震

第 7 圖

時著しく濁り，其後水位が次第に減つた．C井戸には檢潮儀を据付け9月23日より水位觀測を行つたが，水位は直線的に減小し27日には井戸の底が現れて測定不能となつた．B井戸も肉眼觀察によればC井戸と略々平行に水位の減少を示した．

以上の觀測は東大地球物理學科學生，平尾邦雄，淺田敏，加藤元彥の3君の助力によることを記し，厚く感謝する次第である．

---

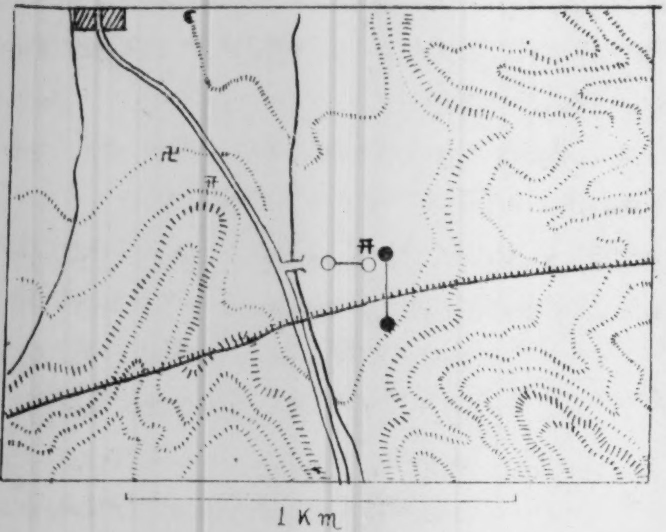
7. 鹿野斷層附近に於ける地電位差變化

地震研究所　永　田　武

(昭和18年12月12日發表——昭和19年9月20日受理)

1. 地震斷層はその出現後も何等かの形式で變動を繼續すると考へられるが，その際斷層をはさむ地點の地電位差が地表下の變動に關聯して變化するのではないかといふ豫想を久しく抱いて來た．特に餘震の發生と關聯して特異の地電位差變化の起きる事が期待出來る．從來，大地震の發生に伴ふ所謂地電流變化の觀測結果が屢々報告されたが,[1]“地震の影響”の範圍を區域的に明確に指摘する事が是非必要であるに拘らず，實際上の困難の爲に殆んど行はれて來てゐない．筆者は，例へば“地震斷層”といふが如き明瞭な地震の附隨現象の起つた地點に場所を限定して，“地震と地電流”といふ久しい間の難問を再檢討して見たい希望もあつた．

昭和19年9月10日に起つた鳥取地方大地震に際し，上述の如き希望と目的とを以て鹿野地震斷層の近傍に於ける地電位差變化の觀測を行つた．觀測場所は第1圖に示す如く，鹿野町法樂寺，末用兩部落間に在つて，一つの測線は地震斷層を横切り，ほゞ南北方向であつて，斷層線の方向とは73°の角を爲し，測線長は112mである．他は斷層とほゞ平行に，東6°南方向，長さは98mである．猶ほ觀測場所は花崗岩の山にはさまれた谷間の小平野であつて，河內川一支流の東側に當り，附近は同川による沖積層である．



第1圖　地電位差觀測地附近の地形見取圖

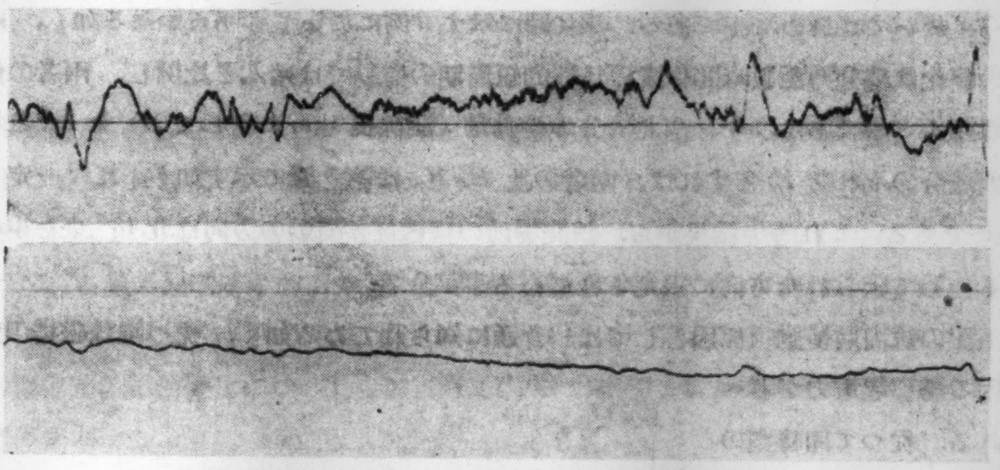
觀測用電極としては，長さ1.5mの鉛管を渦卷形に卷いたものを深さ1mに水平に埋設し，電極以外はキヤワブタイアを用ひて大地との絕緣を十分良くした．接地抵抗は比較的大であつて，南北及東西兩成分に於いてそれぞれ300及び350オームであつたが，直列抵抗として10000オームを挿入してあるので，先づ心

(1) 從來の文獻は下記綜合報告に纒められてゐる．萩原尊禮　震災豫防研究委員會報告第6號．

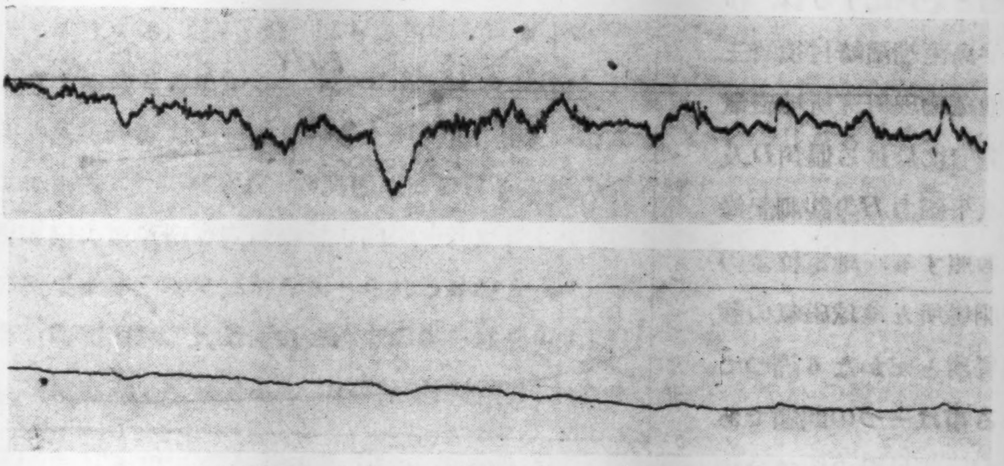
配ないと考へられる．電流計は電流感度約 2×10 Amp/mm，周期約 6 秒の横河製 G 2 N 級電流計である．以上の觀測方式は從來の經驗を綜合し，觀測系の感度，安定度及び可搬性を考慮して，豫め非常觀測用として地震研究所に準備されてゐたものであつて，その整備には主として萩原尊禮教授が當られた．

上記の如き觀測方式を以て，鹿野斷層を發見した 9 月17日より約 2 週間餘觀測を繼續した．

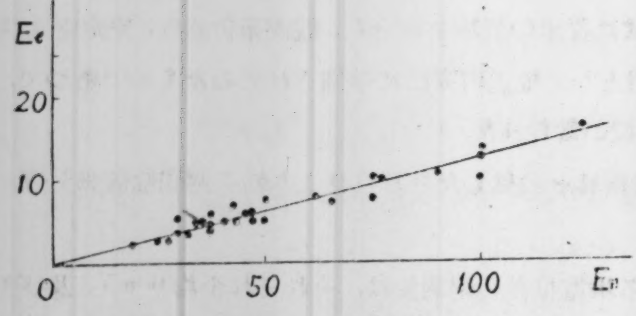
2. 南北，及び東西成分に於ける地電位差の絶對値は，それぞれ平均 60mV，及び90 mV であつて，南北測線に於いては北電極，東西成分に於いては東電極が電位が高い．北及東電極の相互間の距離は 2 m であつて，電極埋設場所は砂礫交りの土であるが，これに對し南及西電極は水田の畔道中央に在り，土質は地表下 60cm 迄は，北及東電極の場所と同様であり，60cm 以下 1m 迄は黑土である．後述の如く，觀測期間末期に



第 2 圖 (1) 地電位差の南北成分（上）と東西成分（下）
9 月29日 20h 30m～30日 20h 35m



第 2 圖 (2) 地電位差の南北成分（上）と東西成分（下）
9 月30日 20h 45m～10月 1 日 20h 20m



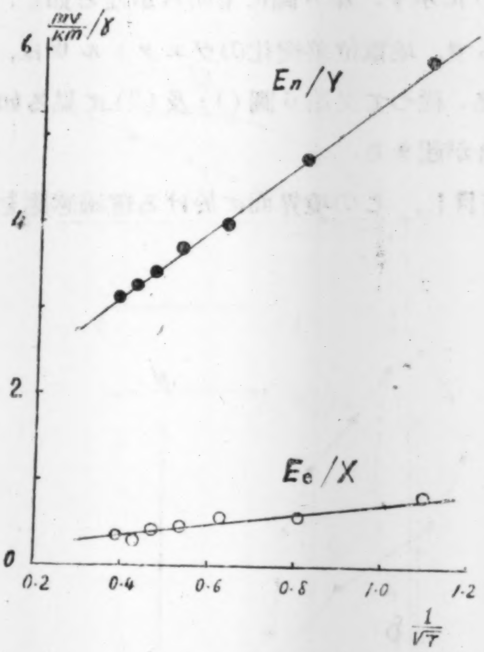
第3圖 地電位差變化の南北成分(E_n)と東西成分(E_e)の關係

於いて上記東電極を南電極とする，新南北測線を既設の南北測線の北方向延長線上に設けたのであるが，この場合も北電極は畔道中に在つて，地電位の絶對値は南電極の方が高かつた．從つて，電位差の絶對値の大部分は此等土質の差異に因る地表の局部的影響と考へられる．

扨て，地電位差の變化の觀測結果は，その一部を第2圖に示す如くである．同圖に於いて明らかなる如く，地電位差の變動は南北成分に於いては著しく大であり，東西成分に於いては極めて小である．第2圖に示す2例に於いても明らかなる如く，兩成分の變化は數分乃至數時間程度の比較的短周期の變動では殆んど比例し，兩者の位相差は殆んど零である．今，南北成分の變動量（測線長1kmに對しての）をE_nとし，東西成分のそれをE_eとすれば，兩者の比E_e/E_nは第3圖に示す如く，ほゞ一定し，0.118である．これ等の結果から，觀測場所の地電位差變動の方向は北13°東を中心とする極めて限られた方向に限定されてゐる事が分る．

上記の短周期變動の原因としては，普通に知られてゐる如く，先づ地球磁場の變動に因る誘導起電力が考へられる．從つて同時刻の地球磁場變動と地電位差變動とを對比する爲，伊豆半島南端濱崎村須崎三井地球物理研究所地磁氣觀測室に於ける偏角D及び水平磁力Hの觀測記錄を參照する．地電位差の觀測場所と地球磁氣の觀測場所とがかなり隔つてゐる事は一つの問題であるが，兩地點の距離は經度差約6°であつて一般的

第4圖 E_n/Y及E_e/Xと周期の關係



第5圖 E_n/Y 及 E_e/X と $\frac{1}{\sqrt{T}}$ との關係

地球磁氣擾亂は勿論[2] 彎型變化の如き地方時にも支配される變化に於いても大差はないと考へられる.[3] 即ち伊豆に於ける地球磁場變動をそのまゝ鳥取に於ける變動と見做す事は宥される.

先づD及Hの變動量から, 地球磁氣變動の南北成分X及東西成分Yを求め, E_n對Y, E_e對Xの相關係數を求める. 即ち地電位差地球磁場共にその水成分力$\mathfrak{E}$ (E_n, E_e), $\mathfrak{H}$ (H_n, H_e) のみを問題とし, 且つ等方性媒質に於ける電磁界の法則$\mathfrak{E}\perp\mathfrak{H}$, 且つ$|\mathfrak{E}|\propto|\mathfrak{H}|$がどの程度成立するかを吟味する譯である. E_n對Y, E_e對X間の相關係數はそれぞれ0.41及び0.43であつて, 相關圖表の直接觀察によつても, $\mathfrak{E}$と$\mathfrak{H}$との相關關係は必ずしも良好でなく, 又絶無でもない. 即ち兩者は互ひに獨立ではないが, 等方性媒質に於ける如き比例關係は成立してゐない.

然し, 多數の觀測値に於いて異れる周期の變動に於けるE_e/X, 及びE_n/Yの平均値を求め, これを週期Tに對して配列すれば第4圖に示す如くであつて, 曾て地球磁場及地電位差の脈動變化について寺田寅彥先生[4] が指摘された等方性媒質に於ける電磁感應の法則

$$\frac{E_e}{X}\propto\frac{1}{\sqrt{T}}, \qquad \frac{E_n}{Y}\propto\frac{1}{\sqrt{T}}$$

がほゞ成立する.(第5圖) 即ち多數のヴェクトル變動の平均に於いては, 上記の關係が成立するのであるから, 我々の觀測した地電位差擾亂變動の大部分は地球磁場擾亂に因る誘導起電力と見做し得ると考へる. 但しE_e/X對E_n/Yの比は著しく小さく, 約0.12である. この事實は, 觀測場所に於ける大地の電氣傳導度に顯著な異方性があり, 東西方向の電氣傳導度は南北方向のそれに比して約1割程度である事を示してゐる. この結果は亦, 第2圖から與へられる結論と良く一致する.

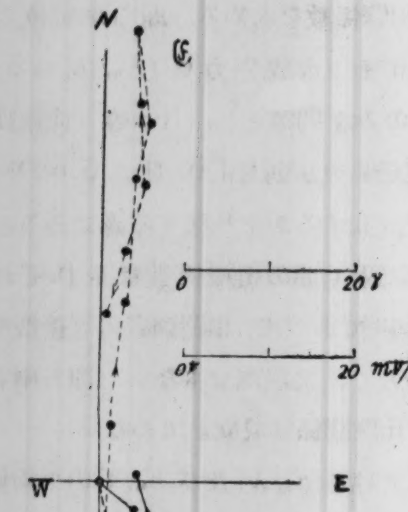
3. 觀測地點の大地電氣傳導度の異方性を更に詳しく吟味する爲に, 代表的な彎型變化10例に就いて$\mathfrak{E}$と$\mathfrak{H}$との關係を解析的に求めた. 先づ$\mathfrak{E}$及$\mathfrak{H}$の彎型變化 (水平

(2) S. Chapman & J. Bartels, Geomagnetism Vol I (1940).
(3) 畠山久尙 中央氣象臺歐文彙報 **12** (昭和13年), 189.
(4) 寺田寅彥 東大、理紀要 **37** (大正6年) 第9册, 56−84.

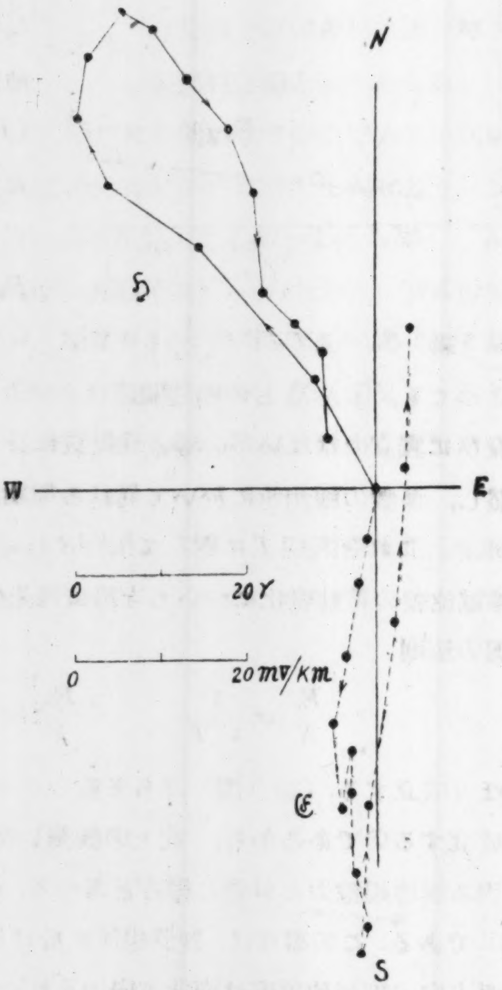
成分のみ）の觀測結果の例を第6圖(1)(2)(3)に示す．第6圖にも明らかなる如く，地球磁氣變動ヴェクトル $\mathfrak{H}$ の向きの如何に拘らず，地電位差變化のヴェクトル $\mathfrak{E}$ は，$N2°E$ より $N17°E$ のせまい方向に限られてゐる．從つて又第6圖(1)及(2)に見る如く，$\mathfrak{H}$ と $\mathfrak{E}$ の間の角が90°から著しく異る場合が起きる．

地表に於ける大地と大氣との境界面のみに着目し，この境界面に於ける電磁感應を二次元問題として取扱へば[7]次の如くである．

先づ異方性大地表面に於けるオーム法則を



第 6 圖 (1)
地球磁場の灣型變化と
地電位差の灣型變化

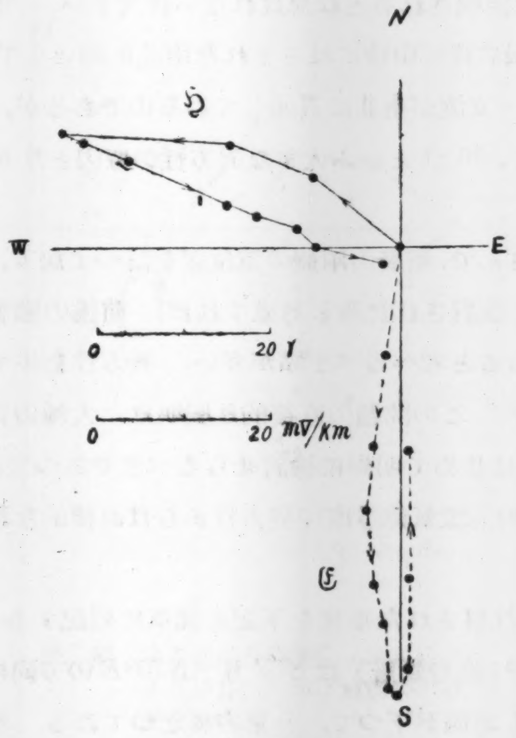


第 6 圖 (2)

(7) 平山操氏は半無限導體の大地に於ける電磁感應の問題を近似的に解かれた．又この結果を畠山久尙博士は實測の結果の解析に用ひられた事がある．然し，本文の如く最初から二次元問題として近似して，計算を簡單にしても，地表の電磁感應に關しては同一の結果に到達する．

平山操　氣象集誌　13（昭和10年），456.

畠山久尙　中央氣象臺歐文彙報　12（昭和10年），189.



第 6 圖 (3)

$$\left.\begin{array}{l} i_n=\sigma_{nn}\,E_n+\sigma_{ne}\,E_e \\ i_e=\sigma_{ne}\,E_n+\sigma_{ee}\,E_e \end{array}\right\} \quad (2)$$

とす. 玆に云ふ迄もなく $\begin{pmatrix}\sigma_{nn} & \sigma_{ne}\\ \sigma_{ne} & \sigma_{ee}\end{pmatrix}$ は異方性電氣傳導度の二次元テンソルを表はす. 然る時は,

$$\frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial t}=-rot\,\mathfrak{E},\ div\,i=0 \quad (3)$$

と (2) 式から

$$1+\frac{E_e}{E_n}\cdot\frac{H_e}{H_n}\left(\frac{\sigma_{ee}}{\sigma_{nn}}\right)+\left(\frac{E_e}{E_n}+\frac{H_e}{H_n}\right)\left(\frac{\sigma_{ne}}{\sigma_{nn}}\right)=0 \quad (4)$$

なる關係を得る.

實際に觀測された地球磁場及地電位差に於ける灣型變動に就いて, 灣型變動の極値に於ける $\mathfrak{H}$ 及び $\mathfrak{E}$ の値がそれぞれの灣型變化を代表するものとし, その $\mathfrak{H}$ 及び $\mathfrak{E}$ の値を (4) 式に代入して σ_{ee}/σ_{nn} 及 σ_{ne}/σ_{nn} の値を求めた. 實際の計算に當つては, 10例の灣型變化に就いて上記の $\mathfrak{H}$ 及 $\mathfrak{E}$ から (H_n H_e), (E_n, E_e) を求め, これから E_e/E_n, H_e/H_n を計算して (4) 式に挿入し, 最小二乘法によつて σ_{ee}/σ_{nn}, σ_{ne}/σ_{nn} を求めた. 結果は

$$\sigma_{ee}/\sigma_{nn}=+13.3, \qquad \sigma_{ne}/\sigma_{nn}=-0.74,$$

從つて

$$\sigma_{min}/\sigma_{max}=0.072$$

玆に σ_{min}, σ_{max} は水平方向の異方性電氣傳導度を示す楕圓に於いて最小及最大の値を表はし, σ_{max} 軸の方向は $N86.5W$, 即ち σ_{min} は $N3.5E$ となる. この結果は觀測場所に於いて, 北微東の方向の電氣抵抗が, それに直角の方向に比して著しく大きく, 從つて南北方向の電位差が東西方向のそれに比して極めて大きい事を表はす.

4. 地電位差の不規則形擾亂の方向性, 灣型變化の方向性等何れの立場より見ても, 觀測場所に於いて南北方向の電氣抵抗が東西のそれに比して約10倍大きいといふ事實は疑ふ餘地がない. 從來 $\sigma_{max}/\sigma_{min}$ の値が 2〜3 の程度の異方性は附近の地質構造の異方性に關聯して, 二, 三見出された事もあるが,[(8)] 今回の觀測で得られた異方性は特に

(8) 畠山久尙　前揭.

顯著であつて，附近の地質構造及地形のみで説明されるとは思はれない程大きい． 第1圖に示す如く，觀測場所は東及西側を花崗岩質の山稜にはさまれた南北に細い小平地であつて，而も，そのほゞ中央を河内川の一支流が南北に貫通してゐるのであるが，測線の長さに比して平地の面積は十分大きく，10：1といふ大きな異方性の原因となり得べき條件は見當らない．

從つて，南北測線が地震斷層を中央にはさんで，斷層の兩側の電位差を計つて居り，東西測線は斷層の北側に斷層線にほゞ平行に設置された事を考慮すれば，前述の顯著な電氣傳導度異方性が地震斷層に關聯してゐると考へるべき點が多い．異方性を生ずべき物理的な狀態には種々の可能性はあるが，この問題の直接的な闡明は，大地の電氣傳導度の分布を實際に測定した結果から，はじめて明確に檢討せらるべきであつて，本文の結果の如き大略100m平方の區域の平均の電氣傳導度の異方性からは直接的な論據を得る事は困難であると思ふ．

然し，將來の資料として觀測地點に於いて注目された事實を下記に簡單に列記する．

（i） 觀測場所附近に於いて新地震斷層[9]（鹿野斷層）は $S75°W—N75°E$ の方向に走り，第1圖に示す如く斷層線の南側に對し北側が下つて，且東方に辷つてゐる．相對的偏位の大きさは，鉛直方向に約50cm，水平方向に約120cmであつた．

斷層面及び斷層の出現に伴つて現はれた多くの小龜裂は斷層線に垂直方向の電氣抵抗を增大せしめてゐると思はれる．

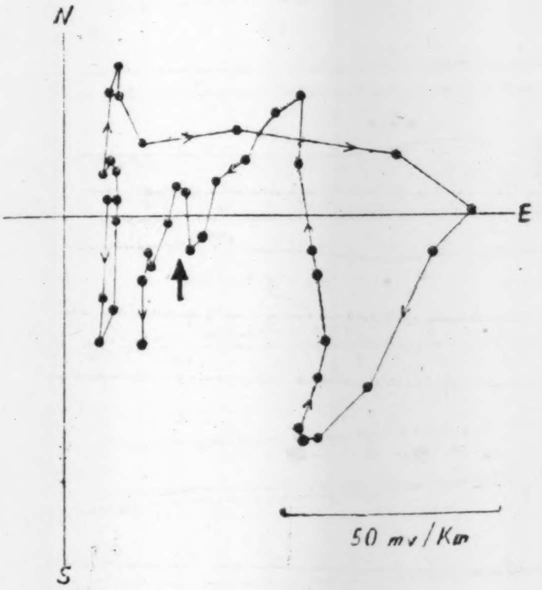
（ii） 地震斷層の出現に伴つて，地下水層の切斷が行はれ，斷層線の南側に於いては井戸水が漸減し，9月20日頃には井戸が全く涸枯した處が少くない．この現象は斷層線の南側に於ける電氣抵抗を增加せしめてゐると思はれる．

(iii) これに對し東西測線は斷層の北側にあつて，南側の地下水減少の影響を受ける事なく，むしろ含水層の低下によつて地下水が增加してゐるのではないかと考へられる．

以上の事實は，土地の電氣傳導度異方性を定量的に論ずる爲には不十分であるが，少くとも大體の傾向に於いては現象を説明するのに都合良い事實であると思ふ．

5. 先にも述べた如く，數分乃至數時間程度の比較的短週期の地電位差變動は $N2°E$ から $N17°E$ の間といふ極めて限られた方向にのみ起つた．この法則は觀測の全期間を通じて常に成立したのであるが，この間數回の例外的な場合があつた．この例外的な場合の最も代表的な變化の $\mathfrak{E}$ ヴェクトル圖は第7圖に示す如くである．同圖に於ける地電位差變化は，東西方向にも顯著であり，明らかに異常變化である事を示してゐる．

(9) 斷層に關する記述は，津屋敎授及萩原敎授の論文に詳しい（地震研究所彙報 本號參照）．



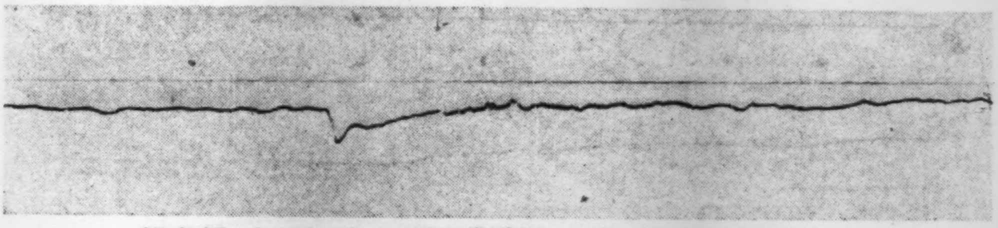
第7圖　地電位差異常變化（昭和19年9月28日）矢印は地震群の發生を表はす

この異常變化は極めて顯著であつたので，地電位差觀測の原記錄からも明らかに認める事が出來る．即ち第8圖はこの場合の東西成分の地電位差變化原記錄である．中央の彎型變化が異常變動を示し，この變化に對應する變化は南北成分には表はれてゐなかつた．

今此の種の異常變化のみを求める爲に

$$E_e - kE_n \equiv \varDelta E$$

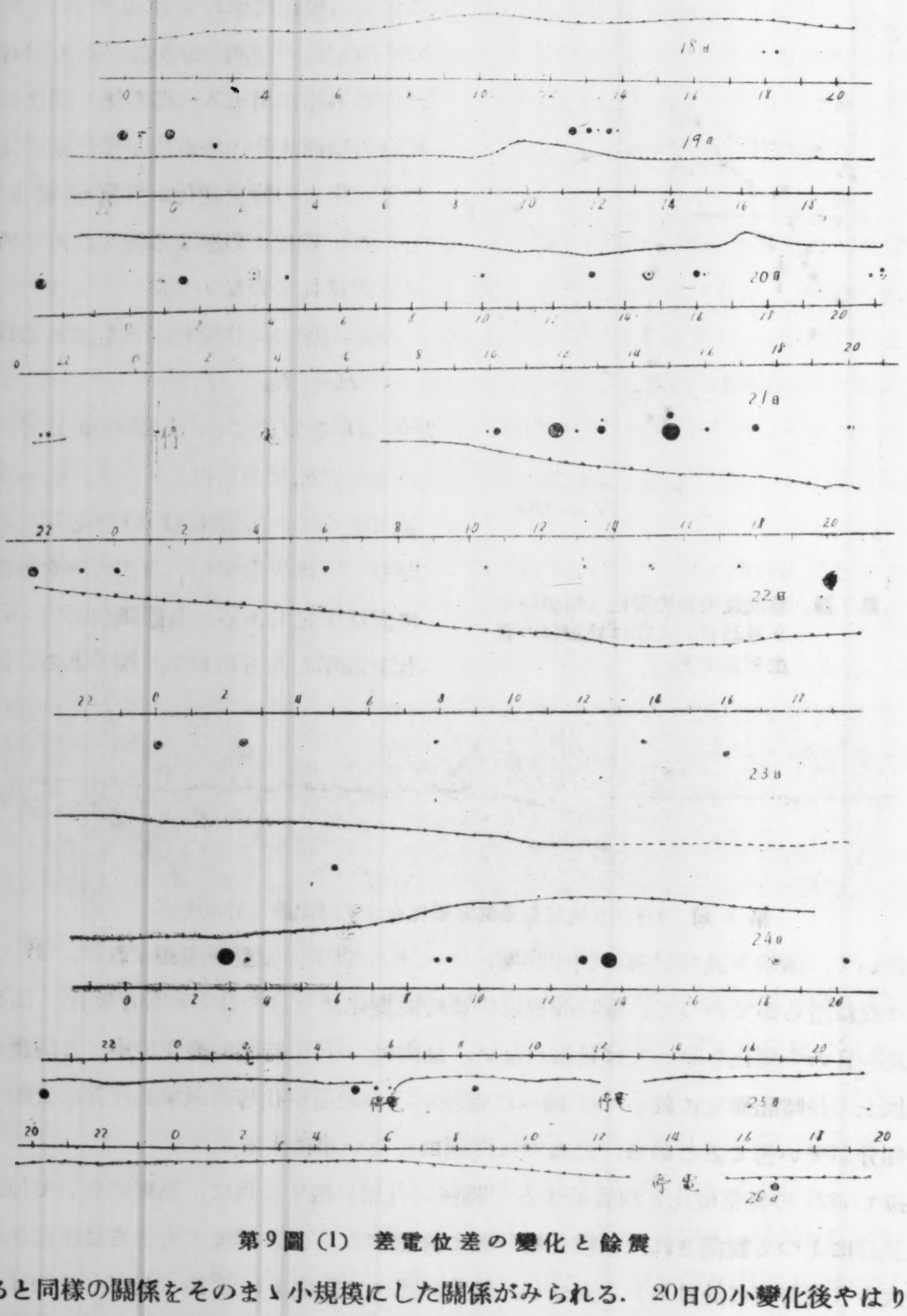
なる $\varDelta E$ を定義する．此處に k は第2圖に示した結果から得られた E_e/E_n の平均値であつて，實際には0.118を用ひた．即ち $\varDelta E$ は異常變化の東西成分を近似的に表はす量である．全觀測期間の $\varDelta E$ 變化を圖示したものが第9圖である．同圖



第8圖　9月28日地電位差異常變化を示す原記錄（東西成分）

に於いて，讀取り及び計算の誤差範圍，2mv/Km 以下の變動を無視すれば，$\varDelta E$ の變化は概ね滑らかであつて，數時間程度の短時間變化は9月28日の顯著な變化，同月19日及20日の小變化を除いては見當らない．此處に $\varDelta E$ の時間的變化の中，日周變化程度以上の長時間變化に就いては例へば電極附近の地溫變化等の氣象的條件に支配される部分が多い筈であるから，此處では問題にしない事にする．

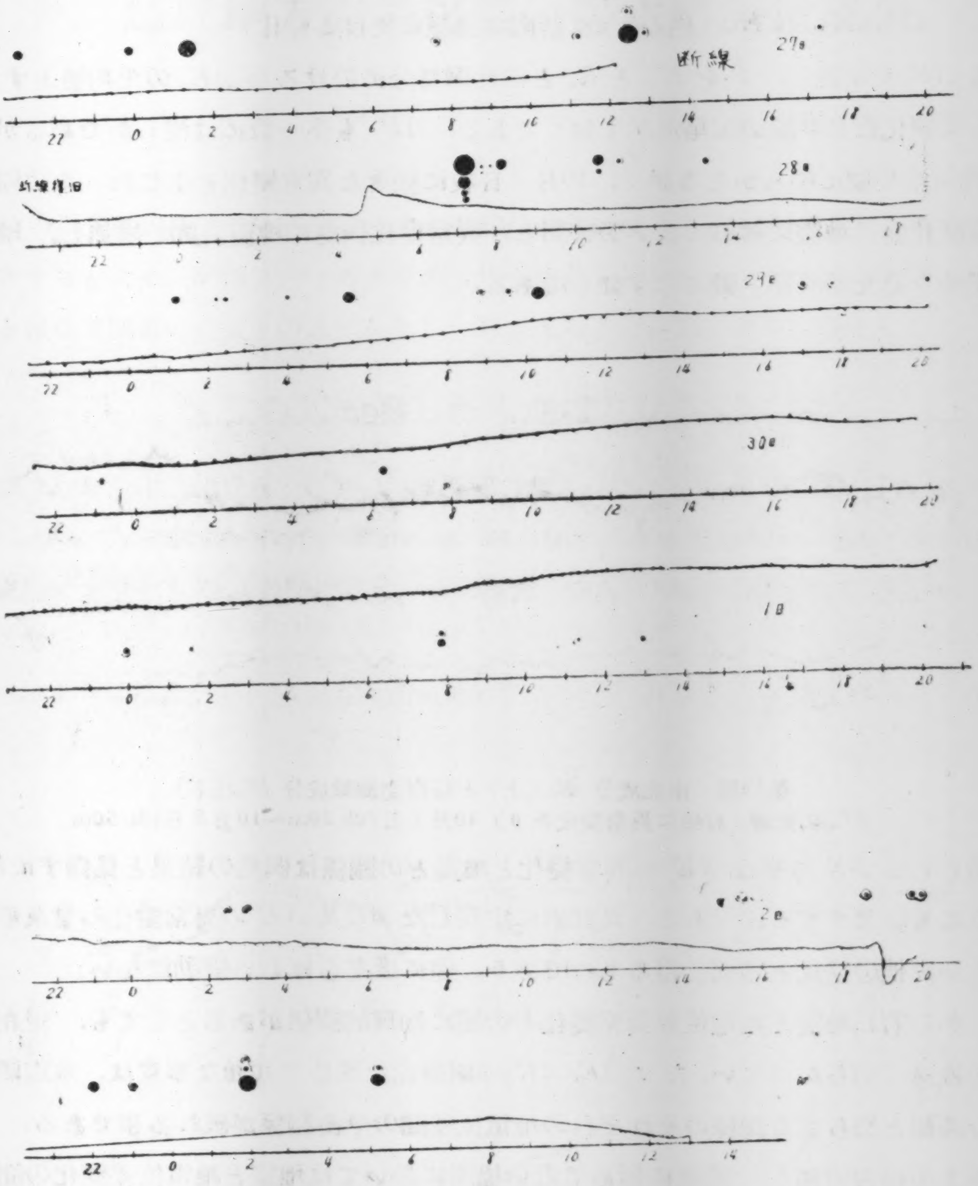
扨て $\varDelta E$ の異常變化と地震發生との關係の有無を檢する爲に，鹿野に於いて加速度地震計によつて觀測された餘震を第9圖に併記する．玆に黑丸の大きさは地震加速度の大さ（鹿野町に於ける）を表はし，最大の黑丸は震度Ⅲに當る．先づ9月28日に於ける $\varDelta E$ 異常變化の前半日には地震なく極めて靜穩であるが，異常變化出現後數時間にして，相當に大規模な地震群が發生してゐる．この地震群は鹿野の西方倉吉附近に發生したものであつて，表助教授によれば倉吉附近に於いて震度Ⅴに近く，餘震約200を伴つた顯著な地震であつた．次に9月19日の $\varDelta E$ 小變化に就いては，9月28日に於



第9圖 (1) 差電位差の變化と餘震

けると同様の關係をそのまゝ小規模にした關係がみられる．20日の小變化後やはり餘震の發生をみたが，停電の爲地電位差計，地震計共に缺測になつて詳細が不明なのは殘念である．

上記の結果から ΔE 異常變化後數時間にして地震群の發生を見るといふ關係は明らかに成立し，地震と無關係な ΔE 異常變化は無いのであるが，ΔE 異常變化を伴はな



第9圖 (2) 差電位差の變化と餘震

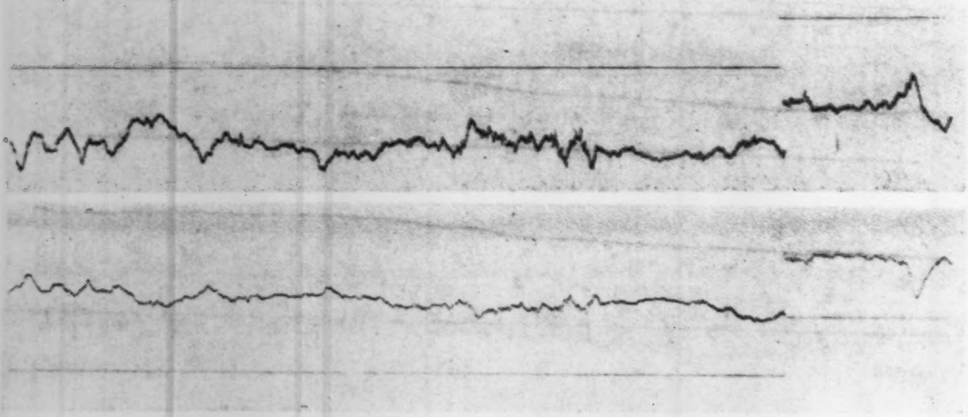
い地震は多數に存在する．要言すれば，地震の中のあるものは ΔE の異常變化を伴ふと云ふ事が出來る．

6. 觀測期間の末期，即ち10月2日，3日の兩日に於いて，南北測線の延長上に，新南北測線 60m を新設し，新舊南北測線の地電位差變化を比較した．新南北測線は舊南北線より約 20° 東西方向に傾いて居り，又云ふ迄もなく舊南北側線が地震斷層をまたいでゐるのに對し，新南北測線は兩極共に斷層線の北側に在る．

兩測線に於ける地電位差變化は第10圖に示す如く，殆んど平行し，且つ變動の大きさは測線の長さに比例する．この場合にも

$\Delta E' \equiv E'_n - k' E'_n$（但し$E'_n$は新南北測線に於ける變化）

なる$\Delta E'$を定義し，k'をE'_nとE_nとの比例部分に於けるE'_n/E_nの平均値とする．$\Delta E'$の變化は第９圖の末尾に示す如くである．$\Delta E'$も亦一般には滑らかでめるが，第９圖及第10圖に明らかなる如く，10月２日夜に顯著な異常變化を生じた．この場合も異常變化前は地震の極めて少いのに對し，異常變化後急に地震活動が增加し，地震群の發生を見た事は第９圖に示す如くである．



第10圖　南北成分 E_n（上）と新南北測線成分 E'_n（下）
（E'_nの記錄．右端に異常變化あり）10月１日20h 20m〜10月２日19h 50m

斯くしてΔE乃至は$\Delta E'$の異常變化と地震との關係は偶然の結果と見做すには，あまりにも顯著すぎる樣である．又此處に定義したΔE及$\Delta E'$の異常變化の量及形式は明らかに他の變化と識別し得るものであり，他にまぎらはしい變動はない．

しかし若し地震と地電位差異常變化との間に物理的關係があるとしても，現在の處その機構は明らかでない．たゞΔE, $\Delta E'$の兩變化を通じて共通な事實は，地震斷層を挾む測線と然らざる測線のそれぞれの地電位差間の平衡關係が破れる事である．

以上の報告の如く，震源に極めて近い場所に於いては地震と地電位差變化の間の關係の存在は頗る有望の樣である．今回の觀測では２成分の設備を持參したのみであつたので，觀測網にはなほ不十分なものがある．將來の機會には，１測點に於いて２成分且つ各成分に２測線（地震斷層を挾む測線と挾まざる測線，或は長短の測線）によつて十分吟味して見たいと思ふ．

この觀測の遂行に當つては，鳥取縣廳の各部の御配慮による處多く，又鹿野町當局警察及町有志諸氏の甚大なる後援を受けた．特に鹿野町城東青年學校に於いては種々御厄介になつた．關係諸氏に厚く御禮申上げる．更に觀測の實施に際しては，原田美道，中田美明兩學士，理學部學生加藤元彥，淺田敏兩君の助力を得た．上記の諸君にも厚く感謝の意を表する．

8. 鳥取地方震災復舊一等水準測量成果

陸 地 測 量 部

昭和18年9月10日鳥取地震が發生するや陸地測量部は，震源地附近の三角點の現況を調査すると共に，同地方の一等水準點の檢測復舊を實施せり．玆に水準測量の檢測成果と舊水準測量の成果との比較をなし，以て土地垂直變動の考察に資せんとす．

1. 復舊の爲檢測したる地域及び觀測の期間

地域は，鳥取市を起點とし，東，兵庫縣養父郡八鹿町迄88km，西，倉吉町，米子市を經て，島根縣能義郡安來町迄126km，南，岡山縣津山市に至る80km，他に，米子市より伯備線に支出せる7kmの間にして，水準線路の合計301km水準點數152點なり．(附圖第1參照)

右地域を6地區に分ち，八鹿及津山地區は昭和18年11月22日，安來及び他の3地區

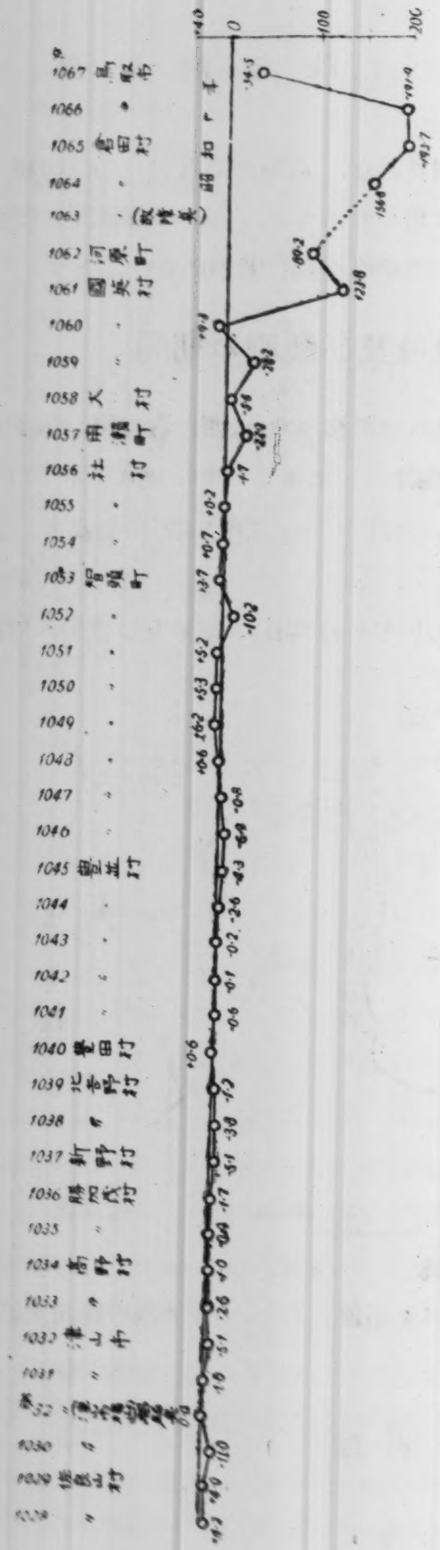
第 1 圖

は12月8日夫々觀測に着手し，昭和19年1月16日を最終として，全地區の觀測を終了せり．此の期間56日，作業延日數262日なり．

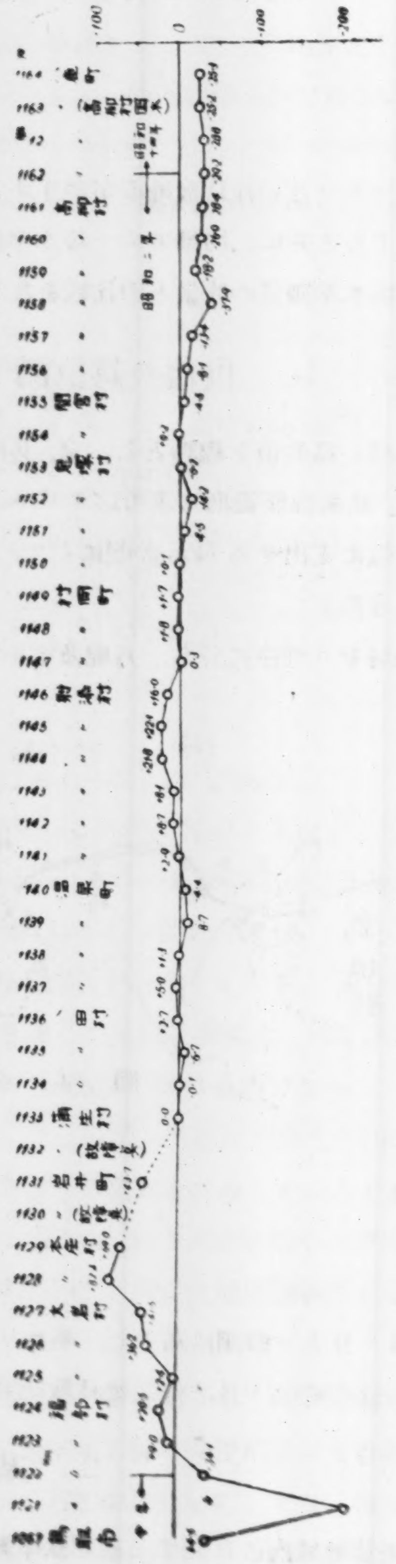
2. 基 準 水 準 點

本測量地域內に存在する基準水準點左の如し．

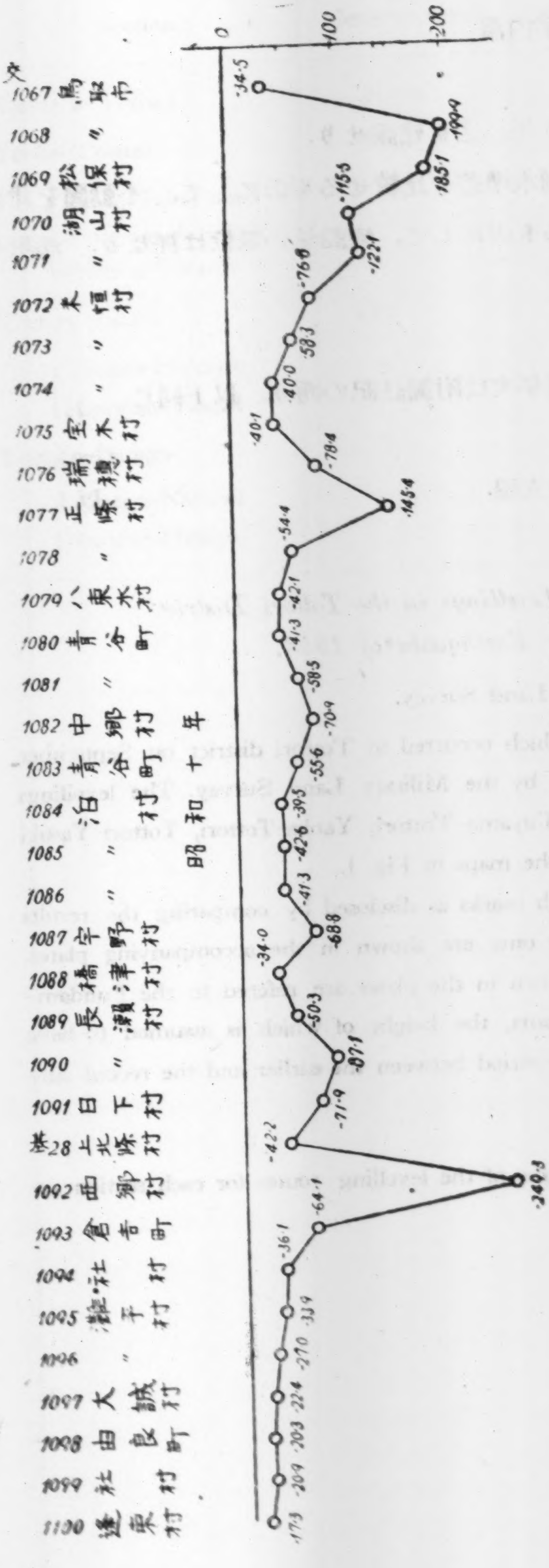
基第12號，兵庫縣養父郡高柳村國木字上山，(八鹿町隣村)．



第 2 圖



第 3 圖



第4圖（其の1）

第4圖（其の2）

基第28號，鳥取縣東伯郡上北條村小田字樋口，(倉吉町隣村).

基第29號，島根縣能義郡安來町安來字內濱

基第32號，岡山縣津山市横山字朝伏.

基第12號は昭和2年，他の3點は同3年，之を建設せり.

附圖に示す水準點變動圖は，新舊觀測水準差を比較せるものにして，不動點を津山市基第32號に採り之より發起せしめたるものにして，變動量の單位は粍なり．添附せる附圖左の如し.

附圖第1．作業地域要圖

附圖第2．津山市—鳥取市間．舊觀測年次は附圖註記の通り．以下同じ.

附圖第3．鳥取市—八鹿町間.

附圖第4．鳥取市—安來町間及び米子支線． 以上.

8. *Reports of the Precise Levellings in the Tottori District carried out after the Earthquake of 1943.*

Military Land Survey.

Soon after the destructive earthquake which occurred in Tottori district on September 10,1943, precise levellings were carried out by the Military Land Survey. The levellings were run along the following four lines; Tuyama-Tottori, Yaoka-Tottori, Tottori-Yasuki and Yonago-Hatago, which are shown in the maps in Fig. I.

Relative vertical displacements of the bench marks as disclosed by comparing the results of the recent measurements with the earlier ones are shown in the accompanying plates. The vertical displacements deduced and shown in the plates are refered to the Fundamental bench mark No. 32, situated in Tuyama, the height of which is assumed to have remained unchanged during the intervening period between the earlier and the recent surveys.

The dates of the field works and the lengths of the levelling routes for each section are as follows:

Section	length (km)	earlier survey	recent survey
Tuyama-Tottori	80km	1935	Nov. 1943~Jan. 1944.
Yaoka-Tottori	88		Nov. 1943~Jan. 1944.
{ Yaoka-Takayanagi		1939	
{ Takayanagi-Fukube		1927	
{ Fukube-Tottori		1935	
Tottori-Yasuki	126		Dec. 1943~Jan. 1944.
{ Tottori-Hiyosizu		1935	
{ Hiyosizu-Yasuki		1939	
Yonago-Hatago	7		Dec. 1943~Jan. 1944.
{ Yonago-Narumi		1939	
{ Narumi-Hatago		1935	

9. *Zisin ni yoru Torii no Songai.*

Zisin Kenkûsho Matuzawa-Takeo.

(Syôwa 19 n. 6 gt. 20 nt. Happyô.–Syôwa 19 n. 6 gt. 22 nt. Uketori.)

1. *Tottori Tihô no Ozisin de mita Rei.* Syowa 18 nen 9 gatu 10 niti no Tottori Tihô no Oozisin ni oite Isi no Torii no kowareta mono ga kanari aru. Sono uti itiban ue no yoko ni watasita Hari ga otita mono to Nemoto kara oreta mono toga omo na Songai de aru.

Oreta mono ni tuite ginmi siyô. Yoko no Hari wo Omori to kangae Hasira no ue ni Omori wo noseta mono to site toriatukau. Zimen ga yoko ni ugoite oreta monó to suru to Omori ni yoru Tawami oyobi Zure no Hariai no Bubun to Hasira Zitai no Kansei-Situryô ni yoru Tawami oyobi Zure no Hariai no awasatta mono to suru koto ga dekiru. Mazu daiiti no Bubun wo kangaeru. Hasira wa Hankei a no Marubasira, Omori wa Situryô M tosi yoko ni α naru Kasokudo wo uketa Baai to suru. Hasira no Tyusin ni sotte ue-muki ni z-Ziku wo tori suihei ni Kasokudo no Hôkô ni x-Ziku wo toreba Hariai no Seibun wa tugi no yô ni naru.

$$X_x = X_y = Y_z = O$$

$$X_z = \frac{M\alpha}{2(1+\alpha)I}\left(\frac{3}{4}+\frac{1}{2}\sigma\right)(a^2+y^2-x^2)$$

$$Y_z = -\frac{M\alpha}{2(1+\alpha)I}\left(\frac{1}{2}+\sigma\right)xy.$$

$$Z_z = -\frac{M\alpha}{I}(l-z)\,x,$$

tadasi l wa Hasira no Nagasa.

σ wa Poisson no Hi,

I wa Tyokkei no Mawari no Menseki no Kansei-Nôritu sunawati $\frac{\pi}{4}a^4$ de aru.

Hippari no Hariai Z_z no Kyokudai wa

$$(Z_z)_{max} = -\frac{M\alpha}{I}la = -4\frac{M\alpha l}{\pi a^3}$$

Zure no Hariai no Kyokudai wa Men ($y=O$, $z=O$) no Naka de okori sono Heihô wa

$$\tau^2 = \frac{(X_x - Z_z)^2}{4} + Z_x^2 \doteq \left(\frac{Z_z}{2}\right)^2 + Z_x^2 = \left(\frac{M\alpha}{2I}\right)^2\left\{l^2x^2 + \frac{1}{(1+\sigma)^2}\left(\frac{3}{4}+\frac{\sigma}{2}\right)^2(a^2-x^2)^2\right\},$$

sitagatte

$$\frac{\pi a^4}{4(Ma)^2}\tau_m^2=\frac{l^2}{a^2}\left(\frac{x}{a}\right)^2+\left(\frac{\frac{3}{4}+\frac{\sigma}{2}}{1+\sigma}\right)^2\left(1-\frac{x^2}{a^2}\right)^2.$$

Tugi ni x-Hôkô ni $-a$ to iu Kasokudo ga hataraku Baai wa Tan'i Taiseki ni ρa to iu Tikara ga Zissitu ni hataraku Baai to dôyô de aru kara sono toki no Kai wa

$$X_x=\mu\kappa\frac{2+\sigma}{24}(x^3+3xy^2)-\frac{1}{3}\mu\sigma\kappa_2(x^3-3xy^2)-\frac{2+\sigma}{24}\mu_2\kappa_2a^2x$$
$$+\mu\sigma\kappa_2x\left(\frac{1}{8}x^2-\frac{5}{8}y^2+\frac{5}{24}a^2\right)+\frac{1}{2}\mu\kappa_2(a^2x-x^3-xy^2),$$
$$Y_y=\mu\kappa_2\frac{2+\sigma}{24}(5x^3+3xy^2)+\frac{1}{4}\mu\sigma\kappa_2(x^3-3xy^2)-\frac{2+\sigma}{8}\mu\kappa_2a^2x$$
$$+\mu\sigma\kappa_2x\left(-\frac{1}{24}x^2+\frac{3}{8}y^2+\frac{3}{8}a^2\right)+\frac{1}{2}\mu\kappa_2\left(1+\frac{1}{2}\sigma\right)(a^2x-x^3-xy^2),$$
$$Z_z=E\left[-(\kappa_0+\kappa_1z+\kappa_2z^2)x+2\kappa_2\left\{-\left(\frac{3}{4}+\frac{\sigma}{2}\right)a^2x+\frac{1}{4}(x^3-3xy^2)+xy^2\right\}\right]$$
$$+\sigma(X_x+Y_y),$$
$$Y_z=\mu(\kappa_1+2\kappa_2z)\left\{-\frac{3}{4}xy+(2+\sigma)xy\right\},$$
$$Z_x=\mu(\kappa_1+2\kappa_2z)\left\{-\left(\frac{3}{4}+\frac{\sigma}{2}\right)a^2+\frac{3}{4}(x^2-y^2)+\frac{1}{2}\sigma x^2+\left(1-\frac{\sigma}{2}\right)y^2\right\},$$
$$X_y=-\mu\kappa_2\frac{2+\sigma}{24}(y^3+3yx^2)+\frac{2+\sigma}{24}\mu\kappa_2a^2y+\mu\sigma\kappa_2y\left\{-\frac{3}{8}x^2+\frac{5}{24}(y^2-a^2)\right\},$$

Tadasi

$$\kappa_0=\frac{2a\rho}{E}\frac{l^2}{a^2}\left(1-\frac{7+12\sigma+4\sigma^2}{6(1+\sigma)}\frac{a^2}{l^2}\right),$$
$$\kappa_1=-\frac{\pi a^2a\rho l}{IE},\qquad \kappa_2=\frac{1}{2}\frac{\pi a^2a\rho}{IE}.$$

E wa Young no Danseiritu.

Soreyueni

$$(Z_z)_{\substack{y=0\\z=0}}=a\rho x\left[-\frac{2l^2}{a^2}\left(1-\frac{7+12\sigma+4\sigma^2}{6(1+\sigma)}\frac{a^2}{l^2}\right)-\left(3+\frac{4}{3}\sigma\right)+\frac{2+\sigma}{2(1+\sigma)}\frac{x^2}{a^2}\right].$$
$$(Z_x)_{\substack{y=0\\z=0}}=\frac{a\rho l}{2(1+\sigma)}(3+2\sigma)\left(1-\frac{x^2}{a^2}\right),$$
$$(X_x)_{\substack{y=0\\z=0}}=\frac{a\rho}{6(1+\sigma)}x\left(\frac{5}{2}+\sigma\right)\left(1-\frac{x^2}{a^2}\right).$$

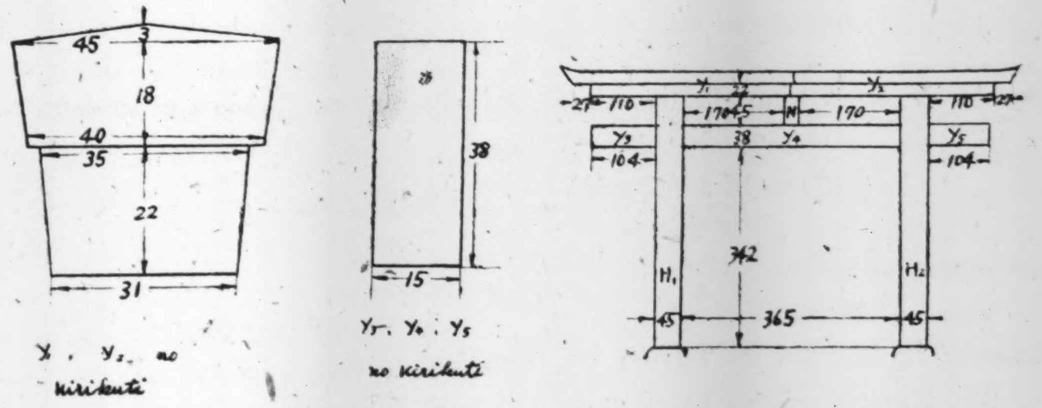
Zure no Hariai no kyokudai τ_m wa

$$\tau_m=\left(\frac{X_x-Z_z}{2}\right)^2+Z_x^2$$

kara motomerareru.

Hama-mura to Sikano-mati tono Aida no Miyakata (宮方) no Nisi ni aru Katine-Zinzya (加知彌神社) no Cotorii wa Kitagawa no Hasira ga Nemoto ka-

ra orete Higasi e taoreta. Kono Torii no Sunpô wo simeseba Zu 1 no yô de aru.



Dai 1 Zu.

Kono Baai ni $a=22.5$ cm, $l=425$ cm, de ari mata $\sigma=1/4$ to sureba

$$\left(\frac{\tau}{a\rho l}\right)^2=\frac{x^2}{a^2}\left(-18.91+.0335\frac{x^2}{a^2}\right)^2+1.96\left(1-\frac{x^2}{a^2}\right)^2$$

to naru. Mata

$$\frac{Z_z}{a\rho l}=\frac{x}{a}\left(-37.82+.0476\frac{x^2}{a^2}\right).$$

Sitagatte yokono Hari kara kuru mono mo Hasira Zitai kara kuru mono mo Z_z, τ wa x/a ni tuite $0\leq x/a\leq 1$ no Han'i de sono Zettaiti wa ippô e masu bakari de aru kara Hakwai no Mondai wo kangaeru toki niwa $x/a=1$ no Tokoro wo sirabereba yoi.

Sate Zu 1 ni simesita Torii no onoono no Bubun no Taiseki wo keisan suru to tugi no yô ni naru.

$Y_1=Y_2=5340000\ cm^3$, $Y_3=Y_5=59300\ cm^3$, $Y_4=208000\ cm^3$, $N=16900\ cm^3$, $H_1=H_2=676000\ cm^3$.

Y_1 to H_1, Y_1 to Y_2, Y_2 to H_2, N to Y_4, N to Y_1, matawa Y_2 nado no Hureai wa tan ni Masatu ni yotte hurete iru dake de atta.

Hasira no oreta toki ni Y_1 (oyobi Y_2) wa suberiotite simatte ita Baai to suberi dasanai uti ni Oreta Baai to subette iru Aida ni oreta Baai toga kangae rareru. Ima kari ni suberi dasanai uti ni oreta mono to site miyô. Yoko no Hari wa Ryôhô no Hasira ni heikin ni sayôsita to suru. Hasira wa Nemoto de oreta no de atte koko ga mata Tawami oyobi Zure ni taisuru Hariai no Saidai no Tokoro de aru kara koko no mono wo sirabereba yoi.

Mazu Tawami wo kangae yô. Hasira Zitai kara kuru mono wa mae no Keisan ni yotte $x/a=1$ de

$$Z_z=-a\rho\times 425\times 37.76.$$

Mikage-isi no Mitudo wo $\rho=2.65$ to site

$Z_z = -4.25 \times 10^4 a.$

Y_1 kara okoru mono wa

$$Z_z = -\frac{4 \times 5340000 \times 2.65 \times 425}{\pi \times 22.5^3} a = -5.50 \times 10^5 a.$$

Y_3 oyobi Y_4 to N tono Hanbun ga $l = 342 + 19 = 361$ no Tokoro ni sayôsita to site

$$Z_z = -\frac{4 \times 1.718 \times 10^5 \times 2.65 \times 361}{\pi \times 22.5^3} a = -1.84 \times 10^4 a.$$

Kono mittu wo awasete

$Z_z = -61.09 \times 10^4 a$

Mikage-isi no Hippari no Tuyosa wa Hon-Mikage de

58.0 Kgr/cm^2 $= 5.69 \times 10^7$ c. g. s.

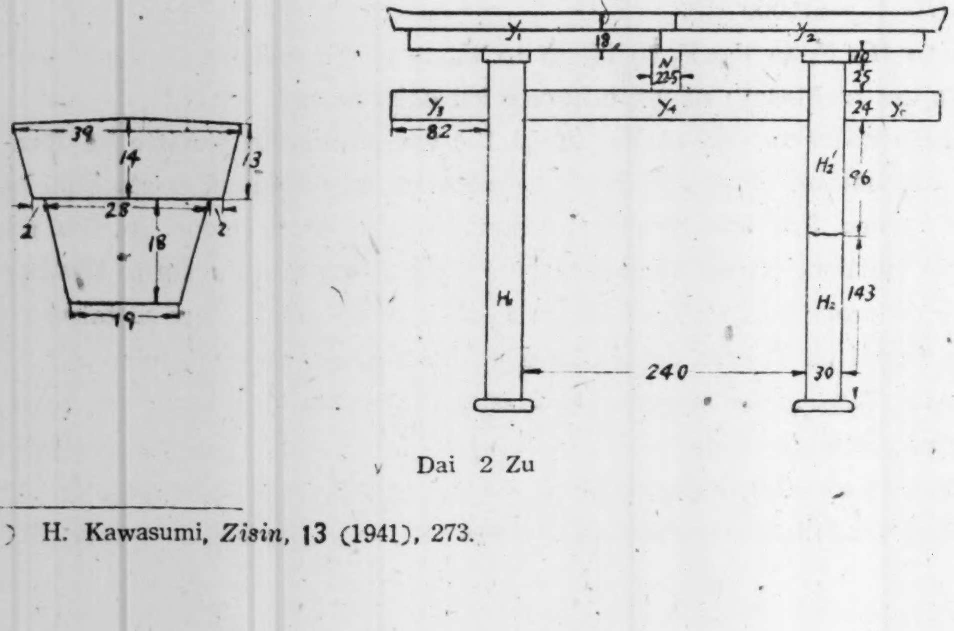
Sitagatte

$a \geqq 5.69 \times 10^7 / 6.109 \times 10^5 = 93$ c. g. s.

Mikage-isi no Hureai no Masatu-Keisû wa 0.3 gurai[(1)] de aru kara mosi kono 100 gal Teido de kowareta to sureba mada suberi dasanai uti ni kowareta koto ni naru. H_1 ga H_2 yori yowai Tokoro ga atte hazime ni orete Yoko-Hari ga otite simaeba Katahô no Hasira wa nakanaka kowarenai koto ni naru.

Tumari kono Torii wa Atama ga omokatta tame ni kantan ni kowareta mono to omowareru.

2. *Noziri-ko Nanpô no Kyôsin no toki ni mita Rei.* Tugi wa Syôwa 18 nen 10 gatu 14 niti no Nagano-ken Noziri-ko no Nanpô ni omona Higai wo okosita Zisin no toki ni kowareta Hannoki (針ノ木) Buraku no Torii no Rei de aru. (Zu 2)



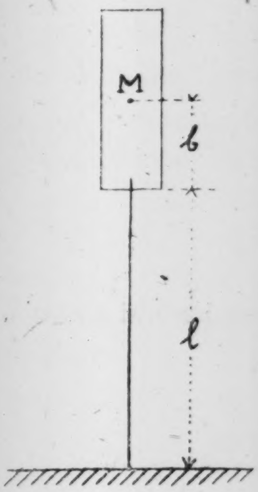
Dai 2 Zu

(1) H. Kawasumi, *Zisin*, 13 (1941), 273.

Korewa Nisigawa no Hasira ga sita kara 143 cm no Tokoro de oreta. Seirikigaku de kangaereba motiron itiban sita ga itiban Hariai no ôkii Tokoro de aru kara sókode oreru Hazu ni naru. Sitagatte kore wa Sindô no Tatiba kara itiô ginmi site miru Hituyô ga aru.

Mondai wo kantan ni suru tame ni Hasira wo hosoi Bô ni okikae sita no Hasi wo kamisime ue ni Kwansei-nôritu wo mootta Situryô wo kamisimete tuketa Baai wo kangaeru. (Zu 3)

Ima M Atama no Situryô,
I 〃 〃 Zyûsin no Mawari no Kwanseinôritu,
l Bô no Nagasa,
b Zyusin to Bô no Tukene no Kyori,
E Bô no Young Danseiritu,
μ Gôseiritu,
k Bô no Kirikuti no Tyokkei no Mawari no Kwaiten-Hankei,
ρ Mitudo,
A Bô no Kirikuti no Menseki,



Dai 3 Zu

to sureba Bô no Yokosindô no Undôhôteisiki wa

$$\rho\frac{\partial^2 y}{\partial t^2}+k^2E\frac{\partial^4 y}{\partial x^4}=0$$

Hasi no Zyôken wa

$x=0$ de $y=a\sin\omega t$ oyobi $dy/dx=0$,

$x=l$ de

$$M\frac{\partial^2 y}{\partial t^2}=-EAk^2\frac{\partial^3 y}{\partial x^3},$$

oyobi

$$I\frac{\partial^2\theta}{\partial t^2}=bEAk^2\frac{\partial^3 y}{\partial x^3}-AEk^2\frac{\partial^2 y}{\partial x^2}.$$

$\frac{dy}{dx}=\tan\theta$, kara

$$\frac{\partial^2\theta}{\partial t^2}=\frac{1}{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2}\left(\frac{dy}{dx}\right)-\frac{2\frac{dy}{dx}}{\left\{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right\}^2}\left(\frac{\partial}{\partial t}\frac{dy}{dx}\right)^2.$$

θ wo tiisai to site

$$\frac{\partial^2\theta}{\partial t^2}\approx\frac{\partial^2}{\partial t^2}\left(\frac{dy}{dx}\right).$$

Undôhôteisiki wo manzoku si korera no Hasi no Zyôken wo mitasu yô na Kai wo daseba yoi.

$$y=\sin\omega t\,(P\cosh\lambda x+Q\sinh\lambda x+R\cos\lambda x+S\sin\lambda x),$$

tadasi
$$\lambda=\sqrt[4]{\frac{\rho\omega^2}{k^2E}},$$

to okeba Hasi no Zyôken kara

$$P\qquad+R\qquad=\mathfrak{A}$$

$$Q\qquad+S\qquad=0,$$

$$(EAk^2\lambda^3\sinh\lambda l-\omega^2M\cosh\lambda l)\,P$$
$$+(EAk^2\lambda^3\cosh\lambda l-\omega^2M\sinh\lambda l)\,Q$$
$$+(EAk^2\lambda^3\sin\lambda l-\omega^2M\cos\lambda l)\,R$$
$$+(-EAk^2\lambda^3\cos\lambda l-\omega^2M\sin\lambda l)\,S=0.$$

$$\{(bEAk^2\lambda^2+I\omega^2)\sinh\lambda l-EAk^2\lambda\cosh\lambda l\}\,P$$
$$+\{(bEAk^2\lambda^2+I\omega^2)\cosh\lambda l-EAk^2\lambda\sinh\lambda l\}\,Q$$
$$+\{(bEAk^2\lambda^2-I\omega^2)\sin\lambda l+EAk^2\lambda\cos\lambda l\}\,R$$
$$+\{(-bEAk^2\lambda^2+I\omega^2)\cos\lambda l+EAk^2\lambda\sin\lambda l\}\,S=0$$

Ima kari ni Syûki 0.1 Byô no Sindô ga atta to sureba ima no Torii no Baai

$E=5\times10^{11}$, $\rho=2.64$ to site $\omega=2\pi\times10$ kara

$\lambda=0.00\ 447.$

Mata

$M=5.658\times10^6$

$I=2.253\times10^9$

$A=707$

$l=239$

$b=77,$

sitagatte

$M\omega^2=6.102\times10^9$, $I\omega^2=2.432\times10^{12}$, $EAk^2\lambda=8.990\times10^{13}$,

$EAk^2\lambda^2=1.776\times10^9$, $EAk^2=1.988\times10^{16}$, $bEAk^2\lambda^2=3.060\times10^{13}$,

$\lambda l=1.069$, $\cos\lambda l=0.4810$, $\sin\lambda l=0.8767$,

$\cosh\lambda l=1.628$, $\sinh\lambda l=1.285$.

Korera no Atae kara P, Q, R, S wo daseba

$$y=\mathfrak{A}\sin\omega t\{-0.1212\cosh\lambda x+0.617\sinh\lambda x+1.1212\cos\lambda x-0.617\sin\lambda x\}.$$

$$\therefore\quad y''=-\mathfrak{A}\lambda^2\sin\omega t\{-0.1212\cosh\lambda x+0.617\sinh\lambda x+1.1212\cos\lambda x+0.617\sin\lambda x\}.$$

Kakko no Naka no Atae f wo x no nisan no Atae ni taisite keisan sureba

x	00	50	100	150	200
f	1.242	0.942	0.593	0.199	0.234

Sunawati Tawami no Nôritu wa kono kurai no Syûki no Sindô ni taisite-

wa mada itiban Sita ga itiban ôkii.

Mata

$$y''' = \mathfrak{A}\lambda^3 \sin \omega t \{-0.1212 \sinh \lambda x + 0.617 \cosh \lambda x + 1.1212 \sin \lambda x + 0.617 \cos \lambda x\}$$

no Kakko no Naka wo g to sureba

x	00	50	100	150	200
g	1.234	1.456	1.684	1.943	2.018

Sitagatte Zure no Hariai wa ue no Hô ga ôkii. Soreyue ni Nobi ni yowai mono nara sita de koware Zure ni yowai mono nara ue no hô de kowareru koto ni naru. Ima no Baai wa Mannaka yori sukosi ue de kowarete iru no de aruga korewa sono Atari ni tokubetu yowai Tokoro ga atta to miru yori Hoka wa nai.

9. *Über die Schäden von Torii*[1] *beim Erdbeben.*

Von Takeo MATUZAWA,

Institut für Erdbebenforschung.

Die grosse Steinsäule von Torii ist manchmal beim Grossbeben gebrochen. Diese Erscheinung ist vom Standpunkt der elastischen Theorie der Balken untersucht worden. Es ist gezeigt, dass das Torii aus Granit trotz des imposanten Aussehens ziemlich schwach beim Erdbeben sei.

1) *Ein Tor vor einem Shinto-Tempel mit eigenartiger Form.*

10. 地殼潮汐及び緯度變化について*

地球物理學教室　竹　內　均

(昭和19年3月14日發表——昭和19年6月26日受理)

§ 序　論

地球內部における地震波傳播速度の研究は地球の內部構造を知る上にこの上ない手がかりである．この方向に沿つての研究の中 K. Bullen が 1936 年におこなつた地球の內部の密度分布に關する研究[1]は極めて重要なものであつた．

それは 1935 年の B. Gutenberg によつて定められた地球內部の地震波速度分布[2]を利用して密度分布に關する最も信頼するに足る數値を與へた．この密度分布に關してはその後 F. Birch[3] が有限變位の彈性理論からその物理的根據とも言ふべきものを與へた．

筆者のこの論文もまたこの線に沿つたものである．Bullen の密度分布と Gutenberg の S波の速度分布を組合せれば吾々は地球內部における剛性率分布に關する手がかりを得るわけであるが，この剛性率分布と Bullen の密度分布を持つた地球の模型に潮汐力が働いた場合の緯度變化地殼潮汐を計算して見ようと言ふのである．從來地球の剛性に關する研究はこの二つの方面からの研究と地震波速度の方面からの研究とが全く無關係に行はれてきたのであつた．即ち地震波速度の研究から核中における剛性率が零である事が結論されるとしてもこれが果して緯度變化の週期や地殼潮汐力の縮小率（Diminishing factor）に關する吾人の知識と相融合するものであるかどうかと言ふ事も A. Prey の近似的な計算[4]を除いては嘗て行はれなかつたのである．

とに角上に述べた緯度變化の週期や地殼潮汐の縮小率に關する計算結果が實測と一致するとすれば吾々は Bullen の密度分布を再び確め得る一方，地球內部における剛性率分布に關してもかなり信頼出來る知識を得る事にならう．そして結論を先に言へば實際その通りの事が計算出來たのである．

§ 數　學

地球に働く潮汐力のポテンシヤルを W とする．この潮汐力のために元來 V_0 であ

---

* 坪井所員紹介

1) K. Bullen, *Mon. Not. Roy. Astro. Soc. Geophys. Suppl.*, **3** (1936), 395–401

2) B. Gutenberg, *Gerl. Beitr. z. Geophysik*, **45** (1935), 280–360.

3) F. Birch, *Bull. Seis. Soc. Amer.*, **29** (1939), 463–479.

4) A. Prey, *Gerl. Beitr. z. Geophysik*, **23** (1929), 379–429.

つた地球自身のポテンシヤルが V だけ變化して V_0+V になり，また半徑方向に U の變位も行つたとする．結局全體のポテンシヤルは

$$R=V_0+U\frac{\partial V_0}{\partial r}+V+W$$

になる．通常行ふ様に

$$U=h\frac{W}{g}, \quad V=kW \qquad \cdots\cdots\cdots(1)$$

によつて2量，h，k を導入すれば

$$R=V_0+W\,(1+k-h)$$

になる．

$$\gamma=1+k-h \qquad \cdots\cdots\cdots(1)$$

が所謂縮小率である．

さて Schweyder によつて地球は縮まない完全彈性球であり密度及び剛性率が中心からの距離のみの函數であると言ふ假定の下に次の様な微分方程式が導かれた(5)．それは今 P_n を n 位の體球函數とし

$$W=\Sigma W_nP_n,\ \ U\gamma=\Sigma k_nP_n,\ \ V=\Sigma k_nP_n \qquad \cdots\cdots\cdots(2)$$

とするとき

$$D\left[\frac{a}{\rho'}\left\{D[\mu D(h_n)]\right\}\right]-2D\left[\frac{\mu'}{\rho'}\,D(h_n)\right]$$

$$-2D\left\{\frac{\partial}{\partial a}\left(\frac{\mu'}{a}\right)\frac{an^2}{\rho'}\ \frac{\partial}{\partial a}\left(a^{1-n^2}h_n\right)\right\}$$

$$=n(n+1)r_0^4D\left(\frac{aFh_n}{\rho'}\right)-4\pi k^2n\,(n+1)r_0^2\frac{\rho'}{a}h_n \qquad \cdots\cdots(3)$$

なる式である．こゝに $a=\dfrac{r}{r_0}$，r_0 は地球の半徑，r はある點の地球の中心からの距離，k^2 は萬有引力常數，ρ μ は夫々點（r）における密度，剛性率であり

$$\rho'=\frac{\partial\rho}{\partial a}, \qquad \mu'=\frac{\partial\mu}{\partial a}$$

F は

$$F=-\frac{1}{r^2}\ \frac{\partial\rho}{\rho r}\ \frac{\partial V_0}{\partial r}$$

D は

$$D=\frac{\partial^2}{\partial a^2}+\frac{21n+11}{a}\ \frac{\partial}{\partial a}$$

なる二階の微分演算子である．上の微分方程式は h_n に關する六階の微分方程式であ

5）例へば B. Gutenberg, *Handbuch der Geophysik, Bd* II. *P* 484.

る．上の微分方程式は數値的にならー般の剛性率密度分布に關して解く事が出來るがこゝでは次の方法によつた．先づ地球を深さ 2900 km の層によつて二つの部分に分つ．Bullen の密度分布及びそれから計算された剛性率分布をみると(6) この二つの部分において各々の分布が殆んど拋物線的であるから

$$\rho=\rho_0\,(1-\theta a^2)$$
$$\mu=\mu_0\,(1-\eta a^2) \qquad \cdots\cdots\cdots(4)$$

と置いて上の微分方程式を整理すると

$$DD\left[(1-\eta a^2)\,D(h_n)+4\eta h_n\right]$$
$$=\frac{2\rho_0\beta n(n+1)r_0^4}{\mu_0}D(Fh_n)-16k^2\frac{n(n+1)r_0^2\beta^2\rho_0^2}{\mu_0}h_n \cdots\cdots(5)$$

$D(Fh_n)$ の形ももう少し變形出來るがそれは核內及び核外に對して違つた形を取るからこゝではこのまゝにして置く．たゞ D なる微分演算子の定義により

$$D(Fh_n)=h_nDF+FDh_n+2\frac{dF}{da}\,\frac{dh_n}{da}$$

なる形になる事に注意して置く．また以下に問題になるのは $n=2$ の場合であるから以下 $n=2$ として進んで行く．

以上で基本の微分方程式は出來たのであるが境界條件を考へる必要上變位及び壓力に關する式を導いておかねばならぬ．空間に固定した x, y, z 座標系における變位及び壓力の成分を夫々 u, v, w : s_x, s_y, s_z とすると

$$\begin{pmatrix}u\\v\\w\end{pmatrix}=u_2(a)\begin{pmatrix}x\\y\\z\end{pmatrix}P_2+\overline{u_2(a)}\begin{pmatrix}\frac{\partial}{\partial x}\\\frac{\partial}{\partial y}\\\frac{\partial}{\partial z}\end{pmatrix}P_2 \qquad \cdots\cdots\cdots(6)$$

$$\begin{pmatrix}s_x\\s_y\\s_z\end{pmatrix}=\frac{s_2(a)}{r_0a}\begin{pmatrix}x\\y\\z\end{pmatrix}P_2+\frac{\overline{s_2(a)}}{6}\begin{pmatrix}\frac{\partial}{\partial x}\\\frac{\partial}{\partial y}\\\frac{\partial}{\partial z}\end{pmatrix}P_2 \qquad \cdots\cdots\cdots(7)$$

の形で表す事が出來る．こゝに P_2 は體球函數で $u_2(a)$, $\overline{u_2(a)}$, $s_2(a)$, $\overline{s_2(a)}$ が新しく導入された函數である．長い計算の後それ等の各々次の形を取る事が證明出來る

6）例へば坪井忠二　地球物理學(下)（岩波講座）P 148 及び P 154.

$$u_2(a) = -\frac{1}{3r_0{}^2a}\frac{dh_2}{da} \quad \cdots\cdots\cdots(8)$$

$$\overline{u_2(a)} = \frac{h_2}{2} + \frac{a}{6}\frac{dh_2}{da} \quad \cdots\cdots\cdots(9)$$

$$s_2(a) = \frac{\rho g}{r_0 a}h_2 - p_2(a) + \frac{\mu}{3r_0{}^2}\left(\frac{2}{a}\frac{dh_2}{da} - \frac{d^2h_2}{da^2}\right) \cdots\cdots\cdots(10)$$

$$\overline{s_2(a)} = 6h_2 + 4a\frac{dh_2}{da} + a^2\frac{d^2h_2}{da^2} \quad \cdots\cdots\cdots(11)$$

こゝに $p_2(a)$ は體球函數 P_2 とは違つて次の様な函數である．

$$6r_0{}^2p_2 = 6r_0{}^2\rho(k_2+\omega_2) + a^{-2}\frac{d}{da}(a^3\mu Dh_2) - 2\mu' a^3\frac{d}{da}(a^{-3}h_2) \quad \cdots\cdots\cdots(12)$$

こゝにあらはれた k_2，ω_2 は (2) によつて定義された函數で ω_2 は所與のもの，k_2 は今の場合次の様に h_2 で表す事が出來る．

$$k_2 = \frac{4\pi k^2}{5}\left\{\frac{1}{r^5}\int_o^r \rho d(r^5q_2) + \int_r^{ro}\rho dh_2\right\} \quad \cdots\cdots\cdots(13)$$

(3) の k_2 を (12) に代入してその (12) の p_2 を (10) に代入すれば u_2，$\overline{u_2}$，$\overline{s_2}$，s_2 が h_2 のみで表される．從つて (6) (7) により變位及び壓力がすべてで表される事になる．

上の結果を用ひて境界條件を考へてみる．先づ核との境でその內外の變位及び壓力が連續でなければならぬ．そのためにはそこでの u_2，$\overline{u_2}$，s_2，$\overline{s_2}$ が連續であればよい更に (8) (9) (11) の式を見れば u_2，$\overline{u_2}$，$\overline{s_2}$ が連續なるためには h_2，$\frac{dh_2}{da}$，$\frac{d^2h_2}{da^2}$ が連續であればよい事になる．故に結局核との境では h_2，$\frac{dh_2}{da}$，$\frac{d^2h_2}{da^2}$，s_2 が連續であればよい事になる．表面は自由であるからそこでの s_2，$\overline{s_2}$ は零でなければならぬ．

結局問題は (5) の微分方程式を上の様な條件の下で解く事に歸したのであるが，例へば表面で $s_2=0$ なる條件をみると (12) (13) からも分る通り之は未知函數を含む積分になる．この様な複雑な境界條件であるから到底普通の方法では解けさうにない，この困難は次の様に數値積分の方法によつて容易に切り拔ける事が出來る．この場合用ひた數學的手段は他の同様な問顋にも使用出來ると思ふので以下少しく詳細に書いて行かう，

§　數值計算　(一)

先づ Bullen の密度分布剛性率分布の 100km 毎の値に最小自乘法を施して次の値を得る．

核内の密度分布

$$\rho=\rho_{0\cdot k}(1-\theta_k a^2)$$

$$\rho_{0\cdot k}=12.284 \qquad \theta_k=0.64061 \qquad \cdots\cdots\cdots(14)$$

核内の剛性率は零である.

核外の密度分布

$$\rho=\rho_{0\cdot m}(1-\theta_m a^2)$$

$$\rho_{0\cdot m}=6.3659 \qquad \theta_m=0.48424 \qquad \cdots\cdots\cdots(15)$$

核外の剛性分布

$$\mu=\mu_{0\cdot m}(1-\eta_m a^2)$$

$$\mu_{0\cdot m}=4.4919\times 10^{12} \qquad \eta_m=0.89134 \qquad \cdots\cdots\cdots(16)$$

核内においては剛性率が零であるので微分方程式は次の様な二階の形になる.

$$a(a-\boldsymbol{a}a^2)\frac{d^2h_2}{da^2}+(6-10\boldsymbol{a}a_2)\frac{dh_2}{da}-4\boldsymbol{a}ah_2=0 \qquad \cdots\cdots\cdots(17)$$

但し $\boldsymbol{a}=\dfrac{3}{5}\theta$

この h_2 の解を $h_2=a^m(A_0+A_1a+A_2a^2+\cdots\cdots)$ の形の冪級數で求めるとして mの決定方程式(7)を作ると $m=0$, $m=-5$ を得る. 今の場合 h_2 は $a=0$ で無限大にはならぬから $m=-5$ を捨てゝ

$$h_2=A_0+A_1a+A_2a^2+\cdots\cdots$$

の形になる.

之を (17) に代入すると A_0, $A_1\cdots\cdots$の間の關係を得る. 結果は割合に收斂の早い級數で核との境 $a=0.54474$ における h_2 の値を1とする 第I表の h_2 の値を得る. $a=0.54474$ における h_2 の値を β とすると表の値は全部 β 倍になり, それが(17)式の一般解になるわけである.

第 I 表

a	h_2
0	0.96566
0.13619	0.97793
0.27237	0.98222
0.40856	0.98945
0.54474	1

尙この解析によつて $a=0.54474$ における h_2 の値を1とするとそこにおける $\dfrac{dh_2}{da}$, $\dfrac{d^2h_2}{da^2}$ の値は夫々 0.137773, 0.348158 である事が分る, さて前にも述べた様に $a=0.54474$ においては核の內外の h_2, h_2', h_2'' が連續であるから核外での h_2, h_2', h_2'' の $a=0.54474$ における値も同様の比をなすはずである. 數値的にこの様に選べば h_2 に課せられた6つの條件の中3つは自動的に充されるわけである. 後の3つすなはち $a=0.54474$ においての連續あるひは s_2 の核內の値から核外の値を減じたものを Δs_2 とすると

$$a=0.54474 \quad \text{において} \quad \Delta s_2=0$$

7) 福原滿洲男 常微分方程式の解法 II (線型の部) P 40.

$$a=1 \quad において \quad s_2=\overline{s_2}=0$$

の條件は次の如くして充させる事が出來る．

核外における h_2 の一般解は (5) の微分方程式を充して $a=0.54474$ における h_2, h_2', h_2'' の比が上の比をなす樣な互に線型獨立な解 I_1, I_2, I_3 の重ね合せとして表す事が出來るはずである．例へば I_1, I_2, I_3 として次の樣な函數を考へる．

$a=0.54474$ において

$$h_2=1, \quad h_2'=0.137773, \quad h_2''=0.348158$$

は I_1, I_2, I_3 に共通であるが尙その他に

$$I_1 \text{ では } h_2'''=1 \quad h_2''''=h_2'''''=0$$

$$I_2 \text{ では } h_2'''=0 \quad h_2''''=1 \quad h_2'''''=0$$

$$I_3 \text{ では } h_2'''=h_2''''=0 \quad h_2'''''=1$$

核外の h_2 の一般解は之を用ひて

$$h_2=AI_1+BI_2+CI_3$$

の形に表される．こゝに A, B, C は未知常數でそれは上の三つの條件を充す如く選ぶのである．

§ 數値計算 （二）

上の樣な I_1 I_2 I_3 を求める事は普通の數値積分の手續きであつてこゝでは Runge-Kutta の方法[8]によつた結果は次の如くである．

表中，$a=1$ において k_2 とあるのは (13) にあらはれた函數で後の解析に必要であるのであはせしるした．この積分の計算は表中の h_2 の値を用ひて數値的に行ふ事が出來る．こゝでは Simpson の方法[9]を用ひた．

第 II 表

a	I_1	I_2	I_3
	$h_2=$		
0.54474	1	1	1
0.65856	1.01215	1.01191	1.01190
0.77237	1.02867	1.02622	1.02659
0.88619	1.05207	1.04376	1.04412
1	1.08880	1.06560	1.06478
	$k_2=$		
1	0.88011×10^{-6}	0.86754×10^{-6}	0.86720×10^{-6}

この解が出來れば之を用ひて

$$a=0.54474 \quad で \quad \Delta s_2=0$$

8） 日高孝次　數値積分法（上）P 82~97.

9） 日高孝次　數値積分法（上）P 42~45.

$$a=1 \quad \text{で} \quad s_2=\overline{s_2}=0$$

を充させるには次の如くすればよい．各解に對して $a=0.54474$ における Δs_2，$a=1$ における s_2，$\overline{s_2}$ を作ると第Ⅲ表の如くなる．この際（13）式の如き積分を必要とするのであるがこれは前にも述べた様に Simpson の方法を用ひて數値的に行つた．第Ⅲ表中最初のものが I_1，次が I_2 に最後が I_3 に對するものである．

第 Ⅲ 表

Δs_2 at $a=0.54474$	$43.931\times10^{-6}-4.46\ \omega_2$
	$43.333\times10^{-6}-4.46\ \omega_2$
	$43.334\times10^{-6}-4.46\ \omega_2$
s_2 at $a=1$	$21.708\times10^{-6}-2.7\ \omega_2$
	$24.605\times10^{-6}-2.7\ \omega_2$
	$25.248\times10^{-6}-2.7\ \omega_2$
$\overline{s_2}$ at $a=1$	11.584×10^{-6}
	7.9288×10^{-6}
	7.5106×10^{-6}

$h_2=AI_1+BI_2+CI_3$ とした時

$$a=0.54474 \quad \text{で} \quad \Delta s_2=0$$

$$a=1 \quad \text{で} \quad s_2=\overline{s_2}=0$$

なるためには第Ⅲ表より A, B, C は次の關係を充さねばならぬ，

$$43.931A+43.333B+43.334C=13.38\omega_2\times10^6$$

$$21.708A+24.605B+25.248C=8.1\omega_2\times10^6$$

$$11.584A+7.9288B+7.5106C=0$$

之から

$$A=-2.1035\times10^6\ \omega_2$$

$$B=\ 12.2657\times10^6\ \omega_2$$

$$C=-9.8239\times10^6\ \omega_2$$

を得る．

之から表面における h_2, k_2 を出すには第Ⅱ表の h_2, k_2 の値に夫々 A, B, C を乘じて加へればよく結局

$$h_2=0.3197\ \omega_2\times10^6$$

$$k_2=0.2704\ \omega_2$$

となる．之から式（1）によつて導入した h, k, γ は（1）（2）より

$$h=\frac{gh_2}{\gamma_0\omega_2} \qquad k=\frac{k_2}{\omega_2} \qquad \gamma=1+k-h$$

となるから之から

h 計算$=0.492$	k 計算$=0.270$	γ 計算$=0.778$

となる.

§ 議　論

我々の地球の模型では上の如き結果に到達したのであるが，緯度變化，地殼潮汐の實測結果からはどの様な事が期待されるであらうか．第一緯度變化の方からはその Euler 週期 $T_E=303$ 日 Chandler 週期 $T_C=428$ 日 地球の扁平率 $\varepsilon=\frac{1}{297}$ 自轉角速度 ω の二乘と半徑 r_0 の積を重力の加速度 g で除した $\frac{\omega^2 r_0}{g}=\frac{1}{289}$ として

$$k=\left(1-\frac{T_E}{T_C}\right)\left(\frac{2\varepsilon g}{\omega^2 r_0}-1\right)$$

から k を出すと

$$k\ \text{觀測}=0.276$$

となる．上の計算値の之との一致は十分である．

第二地殼潮汐に關しては海水の二次的影響を除くために志田博士の取られた方法すなはち本邦附近の同時潮圖によつて補正を加へた結果が最も信頼に値するであらう．志田博士は博士の京都における觀測値にこの補正を加へて結局純粋の地殼潮汐の縮小率に對して

$$\gamma\ \text{觀測}=0.79$$

を得られた[10]．尙最近佐々教授[11]の京都における觀測も西村氏[11]の阿蘇山における觀測も志田博士の上の値と全く一致した値を示してゐる．

そしてこの場合にも計算値の之との一致は十分である．なほ之等がやゝくひ違ふ理由については色々の原因が考へ得るが，それはもつと確實な資料を得た後の機會にゆずらう．

§ 結論及び覺書き

Bullen の密度分布及び Gutenberg の地震波速度分布から知られる內部構造を持つた地球に潮汐力が働く場合の緯度變化の週期地殼潮汐の縮小率を計算した．そして之と實測値との一致が十分なる事が見出された．かくて地震波速度分布，緯度變化，地殼潮汐の三つの方面からの研究が融合して一つの地球內部構造を暗示するにいたつたのである．この地球模型に尙幾多の力學的試験を加へる事を筆者は機會ある毎に試みてみようと思ふ．この論文は言はゞその第一章に過ぎないのである．

最後に筆者は心からの感謝を坪井忠二先生に捧げたいと思ふ．先生の絕えざる御指

(10) J. Shida, *Mem. Coll. Sci. Kyoto. I. U.*, **4** (1912). 1.
(11) 西村英一 日本學術協會報告 **14** (1939) No. 3, pp. 383〜384.

導御鞭韃の下にこの研究は遂行されたのである．地球物理學科の學生吉田耕造君には色々の議論の對手になつていたゞいた．坪井研究室の諸嬢には計算の驗算の一節をお願ひした．あはせて感謝の意を表しておく．

---

10. Some Problems concerning the Earth Tide and Latitude Variation.

By Kin TAKEUTI,

Geophysical Institute.

Although the density and the rigidity distributions within the earth have been deduced from three different sources of data, —— latitude variation, earth tide and earthquake waves, —— few attempt has so far been made to see whether or not these separate results agree with each other.

In this paper, the writer has calculated what would be the latitude variation and the earth tide of that model earth whose internal constitution is such as suggested by seismic data.

Both K. Bullen's density distribution and B. Gutenberg's velocity distribution of the earthquake waves were resorted to.

The period of the latitude variation and the diminishing factor were numerically calculated for this model earth with the following results ;

period factor $k=0.270$

diminishing factor $\gamma=0.778$

which are in a satisfactory agreement with the observed facts.

---

11. 地殼の下層物質の密度に就いて

地球物理學教室　坪　井　忠　二

（昭和18年6月15日發表——昭和19年6月20日受理）

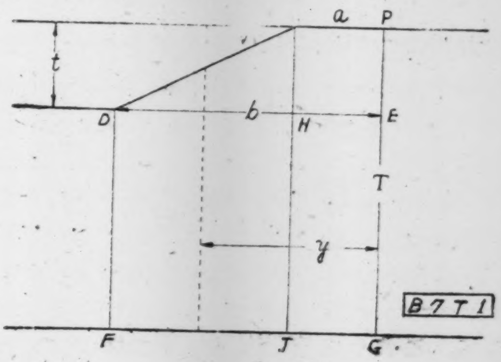
重力測定の結果を使つて地下の構造を論ずる場合に，地殼の下にあると考へられる下層物質の密度をどれ位の値と採るべきかといふことは，一つの重要な問題である．言葉を換へて言へば，下層物質と地殼の密度との差を，どれ位の値と採るべきかといふことである．これまでのところでは，此の下層物質の密度は，3.0—3.3 の程度に，即ち地殼の密度との差は，0.3—0.6 位に採られてゐたのが普通であつた．しかし，よく考へてみると，この事に對して非常に確かな證據があつたといふわけでもないのである．尤も，地球全體の質量や慣性能率やその他の資料から考へて，大體この値に近いことには，ほゞ問題はないとしても，此の値は決して一義的に定まつてゐたわけではない．このやうな事情であるから，もしできれば，從來とは違つた考から出發して此の下層物質の密度を直接に推定することが望ましいのである．

これから述べようとする考へも，實はいろいろの假定を含んで居るから，その結果に必ずしも疑義がないわけでもなく，又從來と全く違つた結果に到達したわけでもない．併しながら，それでも，此の方面の問題に對する一つの新しい資料とはなり得ると信ずるらか，こゝに記しておきたいと思ふ次第である．

さて，こゝで問題として取上げようとするのは，F. R. Helmert[1] によつて論ぜられた大陸縁に於ける重力分布の問題である．よく知られてゐる通り，大陸が相當の急勾配をもつて大洋に臨んでゐるところでは，重力の高度異常の分布は，非常に特色を持つたものである．Helmert はこれを解釋するに當つて，Pratt 流の局所均衡の考を用ゐ，次のやうな計算を行つた．

第1圖に於いて．T を均衡面の深さとし，その他圖に示したやうな記號を用ゐれば，$HEGJ$ の部分の補償密度は $(\rho-1.03)t/(T-t)$ であり，$DHJF$ の部分の補償密度は

$(\rho-1.03)\ \{t-(y-a)\tan\nu\}\ /(T-t)$ で



第　1　圖

1) F.R. Helmert, *Enz. d. Math. Wiss.*, VI 1, B, (1910).

ある．但し 1.03 といふのは海水の密度である．圖のやうな記號を用ゐれば， P 點に於ける重力異常は次の式で與へられる．

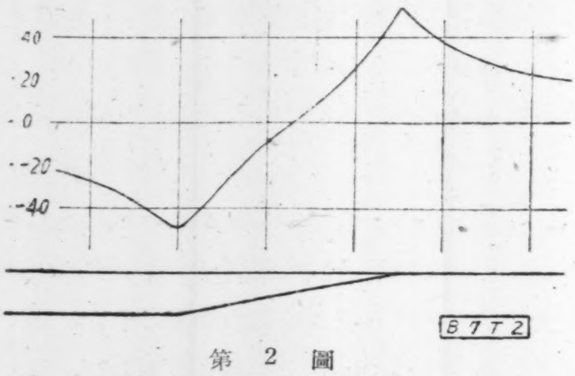
$$\begin{aligned}\Delta g=\frac{k^2(\rho-1.03)\tan\nu}{T-t}&\left\{2Tb\left(\tan^{-1}\frac{b}{t}-\tan^{-1}\frac{b}{T}\right)\right.\\&+2a\left(T\tan^{-1}\frac{a}{T}-t\tan^{-1}\frac{a}{T}\right)\\&+\frac{1}{2}\left(T^2\log\frac{T^2+b^2}{T^2+a^2}-b^2\log\frac{T^2+b^2}{t^2+b^2}+a^2\log\frac{T^2+a^2}{t^2+a^2}-t^2\log\frac{t^2+b^2}{t^2+a^2}\right)\\&\left.+a(T-t)\left(\sin\nu\cos\nu\log\frac{t^2+b^2}{a^2}\mp\pi\cos^2\nu-2\sin^2\nu\tan^{-1}\frac{b}{t}\right)\right\}\quad\cdots\cdots(1)\end{aligned}$$

但し複號は，$a>0$ ならば $-$ を，$a<0$ ならば $+$ を採る．

一例として $T=100$km，$t=4000$m，$\cot\nu=50$，$\rho=2.83$，として (1) 式の値を Helmert が計算したところによれば，次の表の通りになり，之を曲線で示せば第2圖の様になる．

a (km)	100	50	0	−50	−100	−150	−200	−250	−300
Δg (mgal)	25	34	53	21	−2	−23	−47	−33	−24

（此の圖は Helmert の原著からいろいろの本に轉寫されてゐるが，段々と曲線の形が崩れて來て，重力異常の最も大きいところでは微分係數が不連續である筈であるのに，たゞの極大になつてゐるものが多い。）



第 2 圖

此の式で計算した値と實測とを比較しようとするのであるが，Helmert は，先づ ν の大小に從つて實測を3群に整理し，夫々の群について海岸から a の距離に於ける重力異常の平均として次の値を得た．海の深さ t は何れも 4000m である．

Δg (觀測値)	點 數	$\cot\nu$	a	Δg (計算値) $T=128$	$T=96$	$T=64$
mgal			km			
+ 51 ± 12	14	28	27	+57	+48	+36
+ 39 ± 12	13	62	32	+40	+32	+23
+ 26 ± 9	24	52	115	+27	+21	+15

さて，これらの實測値を，Pratt 流の局所均衡の考によつて說明しようとするに當つて，T の値をいくらに採るべきかといふ事が問題なのであるが，その爲にHelmert

は T を 128km, 96km, 64km の3種類として a に於ける Δg を計算した. その結果も上の表に示しておいた. そして此の計算の結果と實測の結果とを比較して, Helmert は $T=118\pm22$km と採るのが適當であるといふ結論を得たのは, 周知の通りである.

處でこゝに注意すべきことがある. それは Helmert の如く, Pratt 流の均衡論を採用することゝすると, 均衡面の深さと補償密度との間には一定の關係があつて, 互に獨立ではないといふことである. 例へば, 高さ h の平な臺地があつたとすれば, それに對する補償密度は $h\rho/T$ で與へられるわけであつて, 均衡面の深さ T を假定すれば, 補償密度は自ら定まつてしまふのである.

然るに, Airy 流の均衡論にあつては, 地殼の厚さ d と, 地殼密度と下層物質の密度との差 $\Delta\rho$ とは, 全く獨立に採り得る量である. $\Delta\rho$ を假定すれば, 地殼底面の凹凸の分量は定まるのであるが, それが地表からどれ位の深さのところにあるかといふことは, 全く別の問題となるわけである. 換言すれば, 海岸から a なる距離に於ける重力異常を說明する爲に, 地殼の厚さ d と, 密度差 $\Delta\rho$ とが, 一義的には定まらないのであつて, d をいくらとすれば $\Delta\rho$ はいくらといふやうに, d と $\Delta\rho$ とが對になつて定まつてくるのみである. 然るに, 他の方面の研究によつて d の値が大體 50—60 km といふことが解つてゐるのであるから, これに對して, $\Delta\rho$ はいくらであるかといふことが決定される望みがあるわけである.

そこで本論文では, 先づ Helmert の第一群に對應して, $t=4000$m, $\cot\nu=28$ として, 地殼の厚さ d を 20—100km, $\Delta\rho$ を 0.1—0.5 の範圍で變化せしめ, そのすべての組合せについて重力異常の分布を計算した. 此の計算に當つては, 曩に發表した積分儀[1] を用ゐたので, 頗る便利であつた. 計算の結果は第 I 表に示した通りである.

第　I　表

a	$\rho'=3.2$					$\rho'=3.0$				$\rho'=2.9$				$\rho'=2.8$	
	$d=20$ km	40	60	80	100	40	60	80	100	40	60	80	100	80	100
km 100	9.1	19.6	29.8	41.1	49.9	17.3	28.5	38.5	48.2	15.6	25.8	34.8	45.0	28.0	38.0
80	9.0	22.6	34.8	45.4	55.6	19.4	32.5	44.4	53.5	19.0	29.4	41.1	51.5	31.4	4 .8
60	10.5	26.7	40.3	52.8	61.7	24.3	37.0	49.2	60.5	19.2	34.3	46.4	58.3	37.5	48.2
40	13.6	33.4	49.9	61.2	71.0	29.2	44.5	57.8	69.4	23.8	40.8	54.6	66.1	43.2	56.1
20	20.2	42.2	59.0	72.3	82.5	38.6	56.3	69.2	79.7	33.5	50.5	65.6	77.5	52.7	66.1
0	31.4	54.4	73.2	85.8	92.9	51.6	69.1	80.9	98.4	46.0	64.9	77.3	88.3	65.0	79.7

1) 坪井忠二　地震 15 (1943), 167.

- 20	33.4	53.8	66.7	75.6	82.0	48.7	62.6	72.5	80.2	40.4	58.9	70.0	77.6	57.2	67.6
- 40	12.5	29.0	30.2	36.0	38.2	18.8	28.3	32.1	36.7	10.0	23.4	30.4	35.3	18.8	27.3
- 60	- 7.1	- 3.5	- 3.6	- 3.0	- 3.4	- 7.1	- 5.4	- 3.7	- 4.2	-12.5	-30.0	- 7.1	4.8	-15.3	-10.5
- 80	-29.1	-33.8	-40.7	-45.4	-49.2	-34.2	-41.4	-46.8	-49.9	-38.6	-41.9	-46.5	-48.7	-48.5	-48.7
-100	-26.7	-49.7	-63.0	-72.6	-80.0	-46.0	-61.1	-71.8	-80.6	-38.0	-58.0	-70.1	-76.9	-60.5	-71.8
-120	-18.4	-49.4	-64.3	-76.6	-85.8	-42.3	-61.6	-76.1	-86.5	-30.7	-56.4	-73.2	-85.3	-55.9	-73.4
-140	-12.5	-35.3	-51.7	-65.7	-76.4	-29.8	-49.9	-62.8	-74.4	-18.9	-42.7	-59.4	-71.0	-40.9	-58.9
-160	- 9.2	-28.5	-43.2	-55.6	-67.0	-23.6	-39.8	-54.6	-64.2	-17.7	-34.9	-49.8	-61.6	-33.8	-48.5
-180	- 7.7	-25.3	-36.9	-49.1	-59.0	-19.4	-33.5	-45.4	-56.8	-13.3	-29.9	-43.5	-54.1	-26.7	-42.3
-200	- 7.6	-21.0	-30.2	-42.0	-52.2	-16.3	-28.9	-40.3	-49.4	-11.9	-25.3	-37.2	-47.4	-23.3	-36.7

cot $\nu=28$ の場合，　單位 mgal

此の表の値を用ゐて $a=27$ km の處の重力異常を求めてみると第II表の通りとなる.

第 II 表

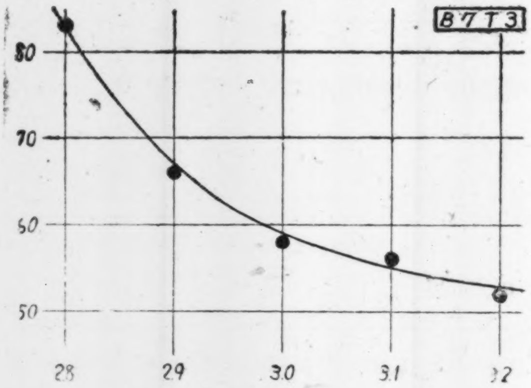
d	$\rho'=3.2$	3.1	3.0	2.9	2.8
20	18.0	16.2	—	—	—
40	39.1	37.3	35.3	30.1	—
60	55.8	54.0	52.2	47.1	—
80	68.7	67.2	65.2	61.8	49.0
100	78.4	77.5	76.1	73.5	62.6

第 III 表

ρ'	d
3.2	52km
3.1	56
3.0	58
2.9	66
2.8	83

實際に觀測されたやうに，$a=27$km のところでは，Δg が 51mgal になるやうな d, ρ' の對を以上の結果から求めれば，第III表のやうになる.

この關係を圖に示せば第3圖の通りであつて d と ρ' とがこのやうな對であれば Δg の實測値は說明されるのである.



第 3 圖

さて前述の如く他方の研究によつて，我々は d は約 60km のものである事を知つてゐる. 從つて，上記の對の中でみると，ρ' は 3.1 では大き過ぎ，2.9 では小さ過ぎ，大約 3.0 近所の値を有するものであることが推定されるのである.

著者がこれまで重力異常を論ずるに當つて，常に用ゐてきた方法は，地下物質を一つの面に凝縮するといふやり方であつたが，こゝで試みたのは，實際の立體的の分布をとつてゐるので，それでこそ始めて $\Delta\rho$ の推定がつくといふわけなのである. 從つて問題はかなりきはどいのであるが，併しかうして $\Delta\rho$ が大體 0.3 であるといふ

ことがきまつたとは，注目に値するといへよう．

Helmert の第二群，第三群は，夫々 cot $\nu=62$ の時，$a=32$km で $\Delta g=39$mgal，cot $\nu=52$ の時 $a=112$km で $\Delta g=26$mgal といふのであるが，$\Delta\rho=0.3$ とすなば前者で $d=71$km，後者で $d=72$km となる．即ち $d=60$km と言ふ値が正しいならば，$\Delta\rho$ はもう少し大きくなければならないことになるが，資料の性質からみて，あまりくはしく論ずるわけにはゆかない．

いふまでもなく，こゝに述べた試みに於いては，Airy と Pratt との差こそあれ，Helmert と同じく，地殻均衡を假定してゐるのであるから，$\Delta\rho$ の値が求められたとしても，必ずしもこれが最も妥當な値であるか否かについては，疑を残してゐるわけである．併し，かういふ假定の下でこの位の値が得られたといふことも，全く意味の無いことではないと思ふ．

本研究の費用の一部は文部省研究費による．

---

11. *Die Dichte der unter der Erdkruste liegenden Materie.*

von Chuji Tsuboi,

Geophysikalisches Institut.

Der sogenannte Helmertsche Küsteneffekt der Schwerekraftverteilung hängt, wenn er von der Airyschen Theorie ausgelegt wird, sowohl von der Dicke der Erdkruste als auch von der Dichte der unterliegenden Materie ab. Um die beobachtete Schwerekraftverteilung zu erklären, lassen sie sich nicht eindeutig sondern nur paarweise bestimmen. Da man aus einigen anderen geophysikalischen Forschungen schlieszt dass die Erdkrustendicke etwa 60 km ist, so muss die Dichte der subkrustalen Materie auch den dazu entsprechenden Wert, nämlich 3.0 haben.

---

12. 淺間火山に於ける地球磁氣偏角の變化

地震研究所　水　上　武

（昭和18年1月21日發表—昭和19年6月9日受理）

1. 緒　言

地震活動並に火山活動の發生に關聯して地球磁場の變動測定が行はれた事は今迄に極めて多數に登つて居る．然し常に問題となるのは，野外に於ける絶對値の再測定より地球磁場の變動を求めようとする場合には，個々の測定が個々の測定時に於ける値が如何に誤差少く測られたとしても，地震，火山活動に直接隨伴して發生した磁場の變化以外に再測定による變動量中には，（Ⅰ）永久磁場の永年變化，（Ⅱ）日變化，年變化等の周期的變化，（Ⅲ）磁氣嵐，（Ⅳ）人工磁場による影響及び（Ⅴ）測定點附近の土石の移動等に依る地形變化に因る影響，（Ⅵ）前後測定位置の相異等に依る磁場の變動が常にその中に含まれる．これ等種々の原因による變動の中に於いてかなり廣い地域に亙つて同樣な變動を示す（Ⅰ）（Ⅱ）（Ⅲ）に原因するものは或る程度迄磁氣變化計を用ひて連續觀測する事により或る程度補正を行ふ事が出來る．然しながらこれ以外に原因するものは大體の量の程度を知る事の出來る場合もあるが全く除去する事の出來ぬものもある．從つて，絶對測定の再測によつて決定された變動量を解釋する上に屢々種々の困難の生ずる事はこの種の研究に從事したものの常に經驗する事である．從つて或る程度以下の變動量は論議の對稱とはせず，或る程度以上大きい變動に就いてのみ問題とするのであるが，どの程度の量迄上述の意味に於いて誤差と見るかは，使用器械，補正の有無，測定點位置の精度，測定點附近の磁氣傾度の大小等によつて大いに異なり，決して簡單な事柄ではない．

之等の種々の困難を考慮する時，今迄に地震及び火山活動に際して行はれた測定結果から直ちに地下の狀態に原因するものと斷定を下す事が出來ないものがある．然しながら昭和 15 年7月の三宅島の著しい活動に伴つた磁氣變動[1]は一ケ月と言ふ比較的短い期間に於いて伏角に於いて 26′ 以上に及ぶ大きい變動が見出された事，並にこの短い期間に數十點に及ぶ多數の同一點で數回の測定が行はれた事，而も多數の獨立

1）永田武　震研彙報 19 (1941), 363. 19 (1941) 612. 高橋龍太郎・平野金太郎　震研彙報 19, (1941), 82. 加藤愛雄　學士院記事 16 (1940), 440. 水上武　震研彙報 19 (1941), 363, 19 (1941), 612.

した測定者が同一の結果を得た事等の種々の好條件のために過去に於けるこの種の測定結果中最も注目されるものであつて，火山活動に伴つて火山體の內部の熔岩の帶磁の變化及び地殼變動特に傾斜變動に關係して三宅島全島に亙つて現はれた事は疑を入れないのであるが，この大變動に就いては，火山活動に伴つた傾斜變動を以つてしても同島地下の溫度變化による帶磁變化[2]を以つてしても，磁氣變動量が著しく大きいために現在の知識を以てしては量的關係迄も立入つては說明する事は出來ない。

三宅島，大島等の玄武岩質火山の帶磁は，淺間山，櫻島等の酸性安山岩質の火山の帶磁に較べて數倍乃至十數倍に達して居るので，その變動の原因は何れにあらうとも後者に較べて著しく大きい變化が發生するであらう事は推定されるところである．

筆者は淺間火山に於いて昭和 13 年に 20 點餘りに於いて三成分の絕對測定[3]を行ひ，更に一年後に再測を行つたが，その結果は既に報告した．然しながら既述した樣にその變動量の決定に種々の原因によるものが含まれるので，昭和 12 年以來變化計による連續觀測を行つて，火山活動に伴ふ地球磁場の變動の狀況を硏究した．その中昭和 12 年5月より 13 年5月迄火口の北 4 粁の鬼押出と東方 4 粁の中之澤に於いて行つた偏角の變動結果によると約 1 ケ月間に約 4 分の局部的變動が現はれた．

其の後この兩ケ所に於ける觀測を中止して火口の西南 14 粁の小諸町の郊外の地下觀測室に於いて昭和 13 年 10 月より水平分力，偏角の兩變化計を据へて觀測を繼續した．本文は偏角の變化の觀測結果に就いて報告し，水平分力の變化に就いては更に改めて報告する豫定である．

2. 偏角の變化の觀測

偏角の變化計は直徑 1 粍，長さ 6 粍の三島鋼を燐銅線を用ひて水平につるし，その變化を 1 米の光挺を以つて記錄せしめたのである．燐銅線の剛性の影響，磁氣能率，剛性の氣溫の變化等による常數の變化に伴ふ影響は次の樣なものとなる．

（I） 燐銅線の剛性の影響

磁氣偏角の變化を δ とし燐銅線の剛性のために實際に示す磁石の方位角變化を δ' とすると

$$\frac{\delta'}{\delta}=1-\frac{\frac{n\pi r^4}{2l}\Big/MH}{1+\frac{n\pi r^4}{2l}\Big/MH}$$

$M=1.7\times10^{5}\,C.G.S$　；　磁石の磁氣能率

2) 永田武　震硏彙報 21 (1943), 1.
3) 水上武　震硏彙報 18 (1940), 178.

$H=0.3$ *C.G.S.*　　；磁場の水平分力

$n=4\times10^{11}$ダイン/糎^2　；燐銅線の剛性

$r=0.0025$糎　　；燐銅線の半徑

$l=30$糎　　；燐銅線の長さ

上の常數を入れると

$$\frac{\delta'}{\delta}=1-10^{-6}\quad となつて$$

この目的には充分燐銅線の剛性を無視する事が出來る.

（Ⅱ）變化計の常數の變化に因る影響

$$\frac{n\pi r^4}{2l}\Big/MH=K\quad とすると$$

$$\frac{\partial K}{K}=\frac{\partial n}{n}+4\frac{\partial r}{r}-\frac{\partial l}{l}-\frac{\partial M}{M}-\frac{\partial H}{H}$$

總べての常數の變化が互にその影響を消し合ふ事なく而も都合惡く今各常數が1割變化したとすると

$$\frac{\partial K}{K}\leqq0.8$$

$$\partial K\leqq0.8\times10^{-6}\quad となる.$$

これも何等目的に差支へる影響とはならないので，觀測中器械の感度は一定であつたものと考へて差支へない.

1米の光挺のみで擴大して居るから記錄紙上1粍の偏角の變化は$1'.7$に相當する. 又數日又は數十日に亙つて現はれる緩漫な變化を知る事が主要な目的であるので，特別な日を除いては1日の記錄速度を4糎にしてある.

先づ之等の觀測結果の日平均値を求めるのであるが，柿岡，豐原の觀測結果とを比較する都合上グリニツチ日の日平均値を取る事にした. 每時の讀みを取つて平均する事が希しいのであるが，1日4糎の遲い記錄速度であり且つ手數を省くために，1日20回の値を讀み取つて平均値を算出した.

觀測器械は水平分力變化計と共に地下室に設置し，室内の氣溫の日變化は 0.1°C 以下，又年變化は凡そ 2°C である.

斯くして昭和 13 年 10 月より 11 月に至る1ヶ月間の日平均値の平均値を求め，それを規準値としてそれとの各日平均値との差を採つた.

規準値を δ_0 とし，

4）氣象要覽

各日平均値を δ_n とする.

$$\Delta\delta_n=\delta_n-\delta_0$$

更に偏角の日平均値の規標値よりの差即ち變化量（$\Delta\delta_n$）を連續5日づつの平均を取る.

即ち
$$\frac{1}{5}(\Delta\delta_1+\Delta\delta_2+\Delta\delta_3+\Delta\delta_4+\Delta\delta_5)=\Delta\delta_1'$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$\frac{1}{5}(\Delta\delta_{5n+1}+\Delta\delta_{5n+2}+\Delta\delta_{5n+3}+\Delta\delta_{5n+4}+\Delta\delta_{5n+5})=\Delta\delta_n'$$

更にこの5日間の平均値3個を一つづつづらした重複平均を取る.

$$\frac{1}{3}(\Delta\delta_1'+\Delta\delta_2'+\Delta\delta_3')=\Delta\delta_1''$$
$$\frac{1}{3}(\Delta\delta_2'+\Delta\delta_3'+\Delta\delta_4')=\Delta\delta_2''$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$\frac{1}{3}(\Delta\delta'_n+\Delta\delta'_{n+1}+\Delta\delta'_{n+2})=\Delta\delta_n''$$

淺間，柿岡，豐原の日平均値に就いて夫々以上の重複平均を採り，次の記號で現はす事にする.

觀測場所	日平均値の變化	$\Delta\delta$の5日平均値	$\Delta\delta'$重複平均値
淺　間	$\Delta\delta_A$	$\Delta\delta_A'$	$\Delta\delta_A''$
柿　岡	$\Delta\delta_K$	$\Delta\delta_K'$	$\Delta\delta_K''$
豐　原	$\Delta\delta_T$	$\Delta\delta_T'$	$\Delta\delta_T''$

$\Delta\delta_A'$, $\Delta\delta_K'$, $\Delta\delta_T'$ は第II表に，$\Delta\delta_A''$, $\Delta\delta_K''$, $\Delta\delta_T''$, $\Delta\delta_A''-\Delta\delta_K''$, $\Delta\delta_T''-\Delta\delta_K''$ は第III表に示してある.

上の表に於いて豐原は昭和 15 年9月より昭和 16 年1月迄5ヶ月間缺測になつて居り，且つ昭和 16 年2月以降の測定とは前觀測場所を異にするので，新觀測所に於ける偏角の變化は新觀測所に於ける始めの一ヶ月（昭和 16 年2月）の平均を新に標準として，それよりの差に，前測定結果の月平均値を一次式を以つて表はしそれによつて永年變化を加へた値と，昭和 13 年 11 月の平均偏角との差即ち $\Delta\delta_T'$, $\Delta\delta_T''$ 等を定めてある.

3. 淺間山の偏角變化と柿岡，豐原のそれとの比較

以上の様に毎時の讀み取りではなくて1日 20 回の讀み取りに因つて生ずる日平均値への影響及び石造家屋の地下室を使用した事による影響等を吟味する意味に於いて主な磁氣嵐發生日の偏角の日平均値と夫々の磁氣嵐發生日を含む月の月平均値との差を淺間及び柿岡とに就いて直交軸に採つて見ると第一圖に示す様に兩者の關係は原點

を通り兩軸と略 45 度に近い直線を以つて現はす事が出來る．第 I 表に示す 8 個の磁氣嵐發生日の日平均値と月平均値との差 ($\overline{\delta}$) に就いて，柿岡と淺間の比の平均は

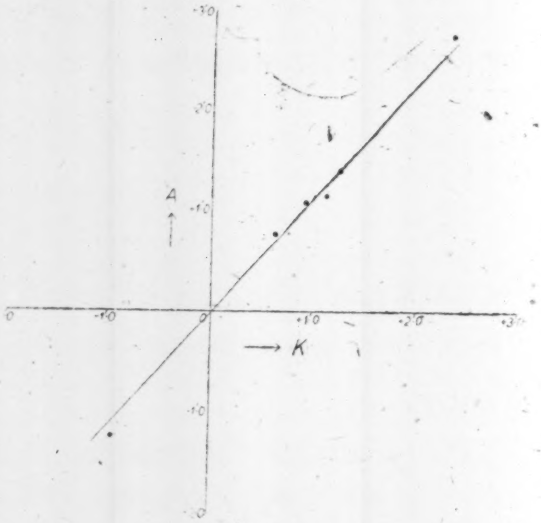
$$\frac{\delta_A-\overline{\delta}_A}{\delta_K-\overline{\delta}_K}=1.15 \pm 0.18$$

第 I 表

δ ; 磁氣擾亂日の日平均値

$\overline{\delta}$; 磁氣擾亂日を含む月の月平均値

	淺 間	柿 岡	
Mar 1939	$\delta_A-\overline{\delta}_A$	$\delta_K-\overline{\delta}_K$	$\frac{\delta_A-\overline{\delta}_A}{\delta_K-\overline{\delta}_K}$
4	+1′.08	+0′.92	1.17
22	+0.77	+0.62	1.24
28	+1.14	+1.12	1.01
Apr 1940			
8	−1.53	−1.05	1.45
16	−1.25	−0.95	1.32
17	+1.90	+2.45	1.78
18	+1.40	+1.25	1.12
25	+2.75	+2.35	1.17



第 1 圖 磁氣擾亂日の偏角日平均値の月平均値よりの偏差を柿岡 (K) と淺間山 (A) に於ける比較

となり，淺間の値が柿岡に較べて 15% だけ大きい結果となつて居るが．前述の如く日平均値の作り方が兩者異にする事並に淺間火山附近の局部的の變動が含まれる事に原因するものと考へられる．從つて大範圍の地域に亙つて發生する地球磁場の變化は柿岡と淺間とに於いて量的にも，以下に議論する範圍內に於いて相等しく，淺間の觀測結果と柿岡の結果との差は淺間火山活動に伴つて發生せる局部的の變化に原因するものと觀て差支へない。

4. 淺間，柿岡，豐原の偏角の永年變化

第 1 圖に示した柿岡，豐原の偏角の時間的變化を見ると何れも略直線的に西偏への變化を示して居るので每月平均値を用ひて最小自乘法によつて永年變化を一次式で現はした．又淺間山の偏角の變動結果を見ると著しく局部的の變化と考へられるものが現はれて居るが，前の兩結果と同樣な傾向の永年變化も現はれて居るので，これも一次式を以つて偏角の永年變化を現はす事にした．

即ち柿岡の永年變化は $[\Delta\delta s]_K=0.'141M\pm0.'45$

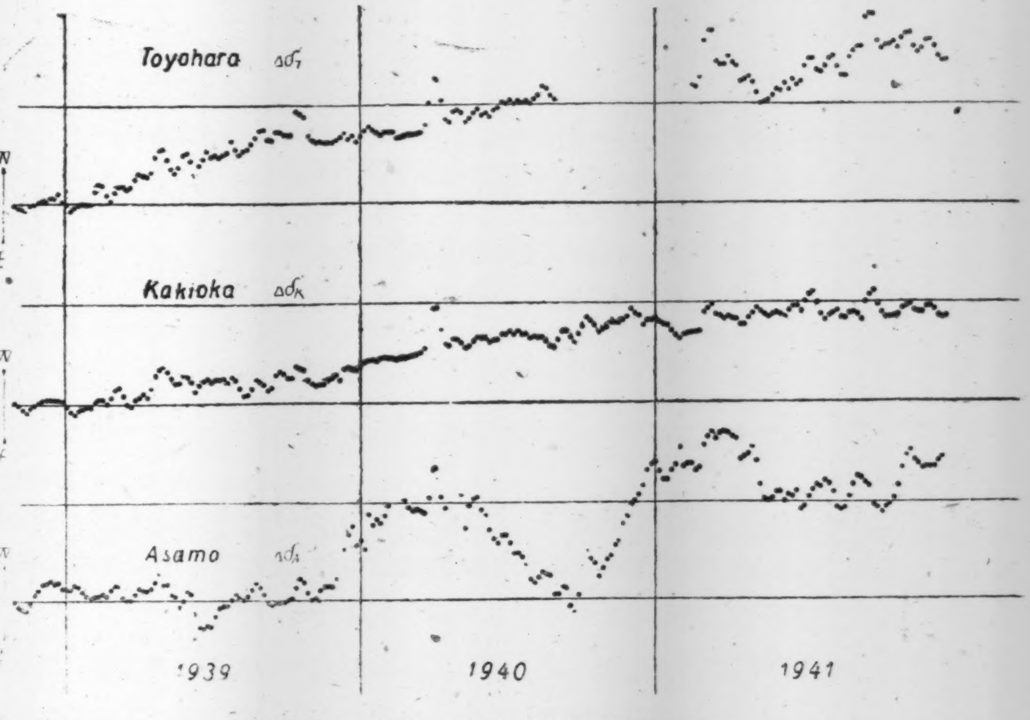
豐原の永年變化は $[\Delta\delta s]_T=0.'237M\pm0.'42$

淺間の永年變化は $[\Delta\delta s]_A=0.'211M\pm1.'56$

M の單位は1ヶ月，その原點は何れも昭和 13 年 11 月である．卽ち以上の様に一次式を以つて表はすと永年變化は柿岡，豐原，淺間では毎月夫々 0′.141，0′.237 及び 0′.211 西への變化卽ち偏角の增加を示して居る．斯くして定めた淺間に於ける永年變化は著しい局部的の變動を考慮して論外に置くとすると，豐原の變化は柿岡の 1.7 倍に達してゐる．

5. 淺間火山附近に現はれた偏角の局部的變化

淺間火山山麓小諸町に於ける約三ヶ年の偏角變化の結果を觀察すると柿岡，豐原の結果とは大いに異なる變化を示すものが現はれて居る．卽ち昭和 13 年 11 月より昭和 14 年 11 月迄は著しい變化が發生しなかつたが，昭和 14 年末より偏角が著しく增加し初め，昭和 15 年 3 月迄に約 5 分の增加を示し，以後減少し始め同年 9 月に約

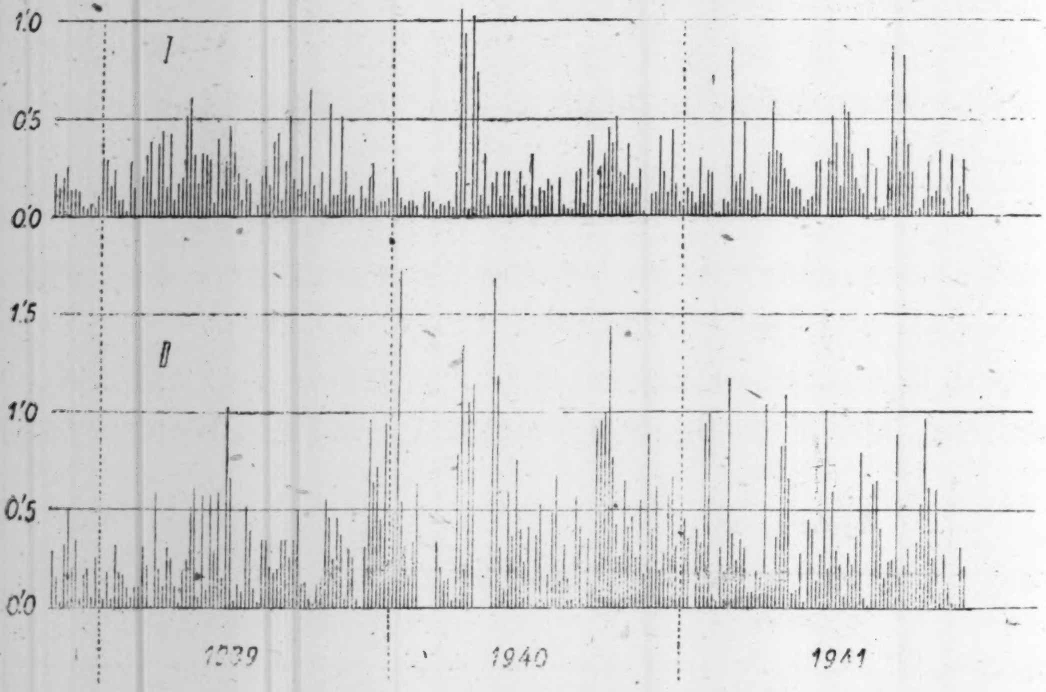


第 2 圖　豐原，柿岡，淺間の偏角變化
$\Delta\delta_T''$　$\Delta\delta_K''$　$\Delta\delta_A''$

6 分の減少を示して最少に達し再び增加して昭和 16 年 1 月迄に約 7 分の增加を示し，多少減少して昭和 16 年 12 月に到つてゐる．結局昭和 13 年 11 月に較べ約 6 分の偏角の增加を示す結果となつたが，地球磁場の永年變化を考慮する時は，局部的に發生した數回の變化は略元に復してゐると見る事が出來る．

次に淺間山と柿岡との偏角變化に就いて夫々時間的に偏角の差を採つて見た．卽ち偏角の日平均値の 5 日間の平均値の重複平均値（$\Delta\delta''$）を連續的に差を採つて，その

絶對値を第3圖に示した.



第3圖　淺間，柿岡偏角變化の大きさの比較

I ; $|\Delta\Delta\delta_{K,n}''| = |\Delta\delta''_{K,n+1} - \Delta\delta''_{K,n}|$

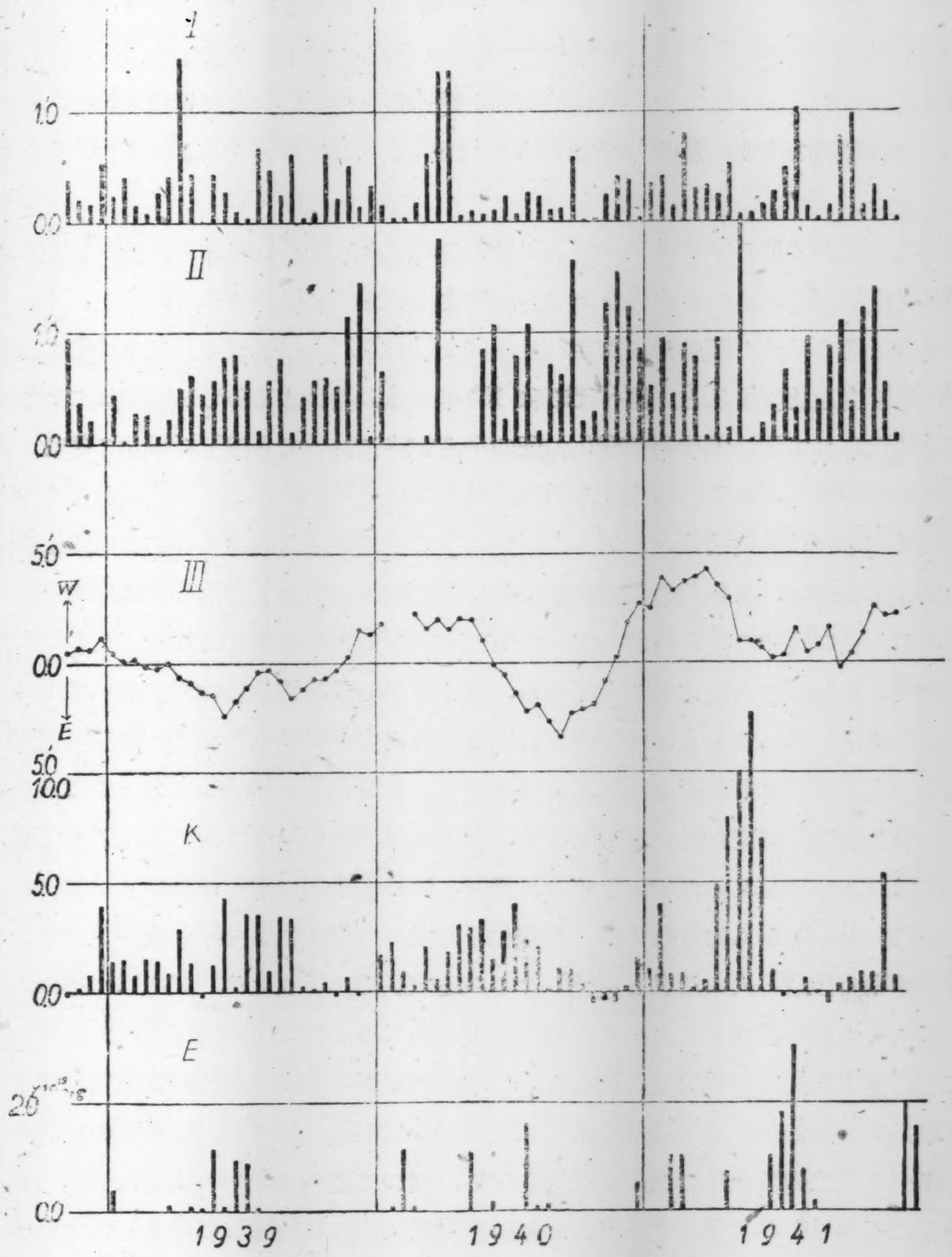
II ; $|\Delta\Delta\delta''_{A,n}| = |\Delta\delta''_{A,n+1} - \Delta\delta''_{A,n}|$

$\Delta\delta_n''$; 5日間の偏角平均値の重複平均

この結果は第2，3圖に明な樣に淺間の變化の大さは柿岡に較べてかなり著しいのである．勿論，磁氣嵐等の擾亂による影響は共通して現はれて居るが，柿岡の靜穩を示す所に淺間には著しい變化を示して居る所が注目される．

淺間火山は以上の期間中に數回に群をなして爆發が發生したのであるが，特に昭和15年6，7月には著しい爆發が多數發生した．之等の火山活動に夫々對應して地表傾斜の著しい變動が發生したのであるがその傾斜變動の發現と火山活動との時間的關係並に兩者の量的關係に就いては前論文[5]に報告した．今火山活動と地球磁氣偏角の變化との發生關係を調べ，更に火山活動に關係して發生せる地形變動と地球磁氣の變化とを比較するために之等の諸量を時間に關して圖示して見たのが第4圖である．第4圖の第一行は柿岡の偏角の日平均の5日間の平均値を取りその較差を更に三個づゝの平均した値の絶對値を示してある．即ち先に示した $\Delta\Delta\delta_n''$ の絶對値を示してある．

5) 水上武　震研彙報 20(1942), 431.



第 4 圖　I ; $\Delta\delta''_{K,n} - \Delta\delta''_{K,n-1}$ の絶對値

II ; $\Delta\delta''_{A,n} - \Delta\delta''_{A,n-1}$ 〃

III ; 淺間と柿岡との偏角差, $\Delta\delta''_{A,n}$

K ; 傾斜變動特性數

E ; 火山活動エネルギーの半月毎の和

第2行は淺間の偏角値に就いて同様に處理した値を示してある.

第3行は偏角の5日平均値の3個づつの平均値を取り淺間のそれより柿岡のそれを差引いた値，即ち淺間火山附近の局部的の偏角の變化を示すものである.

第4行は淺間火山中腹の中之澤の地表傾斜變動の程度を示す傾斜變動特性數(K)である．傾斜變動の觀測は偏角の觀測位置とは相異し火山の東方火口より4粁の位置である.

第5行は火山爆發のエネルギーの 15 日間の和 (E) を示してある．傾斜變動の特性數と火山爆發のエネルギーに就いては前論文[6]に詳細に述べてある.

第4圖を觀ると次の諸點が注目される．第1行と2行とに於ける柿岡と淺間の偏角の變化の程度を比較すると，例へば昭和 15 年3月に發生せる著しい磁氣嵐の影響は兩者共に現はれて居るが柿岡の變化勾配の小さい時に於いても淺間の偏角の變化勾配が大なる所がある．第3行の淺間の局部的偏角變化曲線と共に直ちに火山活動の發生或は傾斜變動特性數の消長とを個々に對應させて發生關係を論ずる程には明瞭な關係が現はれて居ない．又偏角の局部的變動曲線に年變化がかなり著しく現はれて居るのであるが，その變化の量から考へて一般地球磁場の偏角の年變化ではなく局部的の變化と解釋されねばならないものと考へる．然しながら傾斜變化特性數に於いても多少年變化の傾向を示してゐる．傾斜變化特性數は前論文中に述べた如く，氣溫，氣壓，雨量等の火山活動に無關係な原因による年變化，日變化等を消去してあるのである．然るに尚年變化の傾向が見えるのである．一方火山活動の消長に於いても多少年變化を示して居る様に見えるので，之等地球磁氣，傾斜變動共に火山活動の年變化に伴つて現はれてゐるのかも知れないが，年變化を詳細に論ずるには材料が尚不足である.

傾斜變動特性數と火山活動とは 10 ヶ年の連續觀測によりその期間中に一年以上に亙つて全然爆發の發生をしなかつた期間も含まれてゐるので，兩者の統計的研究に於いて傾斜變化の異常の特性數の發生と火山活動とは個々に夫々對應關係を明にする事が出來たのであるが，地球磁氣の變化に就いては僅か三ヶ年の結果であるので對應關係を調べる上に尚數ヶ年の觀測を必要とする．從つて昭和 15 年に現れた著しい偏角の變化は昭和 16 年に發生せる著しい傾斜變動更にそれに對應して發生した大規模の火山活動と直接に對應關係を有するや否やは現在の所斷定を下す事は出來ないのであるが，現在迄の所では火山活動と傾斜變化に於ける如き顯著な發生關係が表はれてはゐない．然しながら淺間火山が活動を示した以上の時期に火山附近に局部的な地球磁氣の變動が發生し，西南山麓小諸町に於いて最大約8分の偏角の變化を示した事が認

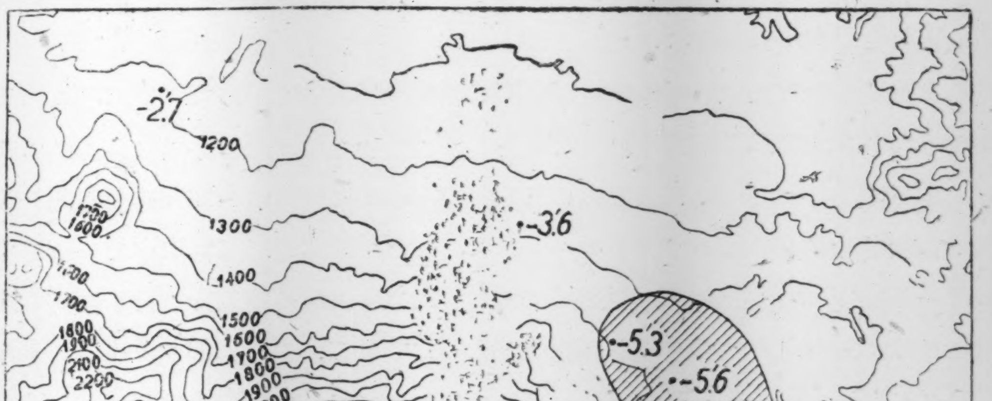
6) 水上武 震研彙報 20(1942), 431.

められるのである．

而して偏角の局部的の變動の發生原因に就いては昭和 15 年7月の三宅島の活動の際に發生した地球磁場の變動に對すると同樣に地殼變動，地表傾斜變動を以つてしても，又地下岩石の熱及び壓力變化に伴ふ帶磁の强度變化とするも現在の既知の知識を以つてしては，量的の關係の說明に於いてかなり困難である．

6. 淺間火山附近の偏角變化の地理的分布

以上は淺間火山西南山麓の一ケ所に於ける偏角變化計を用ひて三ケ年餘に亙つて觀測した結果であつて，これによつて最大約8分の變化があつた事が判つたのであるが同火山の全地域に亙る地理的分布に關して一言述べる事にする．



第 5 圖　淺間山に於ける偏角變化の地理的分布

昭和 13 年9月及び 10 月に亙つて火山の附近に於いて第一回の地球磁氣の絶對測定を，昭和 14 年8月より 10 月に亙つて第二回の測定を行つた．その中同一地點に於ける觀測が 11 點あるので約一ケ年の期間に於ける變動を知る事が出來る．但しこの期間は前述の小諸に於ける偏角變化の觀測とは同一時期ではないが，兩回の絶對測定は共に火山の東方四粁の位置に當時設置されて居た偏角變化の觀測を用ひて，日變化，磁氣嵐等を補正し，更に柿岡に於ける觀測結果を用ひて長期に亙る變化を補正して この間に於ける局部的の變化を定めたのである．その結果は第5圖に示してある．

變動量は 6′ 乃至 3′ を示して居るが，その中に含まれる誤差は ±1.0′ 內外である．この圖で判る樣に火山の東南山麓の一部を除けば總べて偏角の減少を示して居る．又偏角の增加を示した部分は前報告に記述した如く磁氣の局部的異常が他の地點とは異なる異常を示す所である．

以上の變動分布の充分な解釋は前述と同樣の意味に於いて困難であつて，火山體を構成せる火山岩全體が平均約1割に相當する帶磁の强さの變化を要求されるのである．然しながら變動の源は何處にあるかは別の問題としてこの程度の局部的の磁氣の變化が發生した事は間違ひないものと考へられる．この期間に於いて測定中をも通じて火山は屢々活動し，噴出物を火山の周圍に撒布した事も上述の變動分布を了解する上に考慮されねはならないのであるが，變動分布から觀て，これのみに歸する事は出來ない．

第 II 表

	$\Delta\delta_A'$	$\Delta\delta_K'$	$\Delta\delta_T'$		$\Delta\delta_A'$	$\Delta\delta_K'$	$\Delta\delta_T'$
1938 Oct	+0′.03	−0′.12	−0′.16	1939 Jan.	+0′.16	−0′.70	−0′.20
	−0.05	+0.20	+0.08		+1.13	−0.42	−0.24
	−0.18	+0.30	+0.16		+0.66	−0.52	−0.05
Nov.	−0.76	−0.78	−0.76		+0.52	+0.04	+0.34
	−0.50	−0.22	+0.12		+0.17	−0.20	−0.02
	−0.23	−0.26	−0.32		+0.17	−0.28	−0.42
	+0.18	+0.02	+0.10	Feb.	+0.04	+0.00	+0.54
	+0.98	+0.15	+0.45		+0.49	+0.66	+1.75
	+0.37	+0.18	−0.02		+0.30	+0.12	+1.00
Dec.	+1.19	+0.36	+0.34		+0.35	+0.02	+0.10
	+1.10	+0.28	+0.24		+0.18	+0.04	+0.24
	+0.86	+0.26	+0.50		+1.23	+1.02	+0.23
	+0.62	+0.18	+0.25	Mar.	+0.95	+1.18	+1.34
	+1.26	+0.42	+0.90		+0.19	+0.28	+1.02
	+0.10	−0.06	−0.60		−0.33	−0.06	+0.60

	$\Delta\delta'_A$	$\Delta\delta'_K$	$\Delta\delta'_T$
	+0′.09	−0′.16	+0′.76
	+0.47	−0.16	+1.26
	+0.45	+1.20	+1.65
Apr.	+0.93	+0.04	+1.68
	+0.19	+0.34	+1.10
	+0.38	+0.62	+1.54
	+1.48	+1.56	+2.26
	+0.89	+2.20	+3.42
	+1.92	+1.52	+2.58
May	−0.39	+2.06	+2.28
	+1.04	+1.24	+1.90
	+0.25	+0.60	+1.24
	−0.62	+1.24	+1.65
	−0.70	+1.42	+2.65
	+1.12	+1.78	+3.14
June	+1.14	+0.86	+1.78
	−1.14	+0.60	+1.60
	−1.97	+0.40	+0.94
	−0.84	+1.80	+3.20
	−1.23	+1.24	+2.72
	−1.62	+0.64	+2.02
July	−1.08	+1.24	+2.44
	+0.31	+1.74	+2.94
	−0.45	+0.62	+1.62
	−0.81	+1.40	+2.92
	+0.36	+1.14	+3.18
	+0.59	+1.40	+3.40
Aug.	+0.22	+0.96	+1.62
	−0.23	+0.02	+2.40
	+0.08	+0.12	+3.98
	+0.77	+1.15	+1.90
	+0.79	+0.84	+3.14
	+1.14	+1.68	+4.94
Sept.	+0.01	+0.62	+2.96
	−0.22	+0.44	+3.24
	−0.33	+0.78	+3.27
	−0.32	+0.98	+3.06
	+0.15	+2.44	+4.22
	−0.22	+1.24	+3.48
Oct.	−0′.29	+0′.74	+2′.60
	+0.51	+1.74	+4.16
	+0.14	+1.38	+3.72
	+1.38	+2.46	+6.00
	+0.86	+1.46	+3.86
	+0.42	+1.08	+3.30
	+0.05	+0.96	+3.25
Nov.	−0.22	+0.80	+2.98
	+0.52	+0.76	+2.96
	+1.24	+1.28	+3.42
	+0.53	+0.84	+2.70
	+0.39	+1.24	+3.18
	+1.24	+1.56	+3.30
Dec.	+1.44	+1.42	+2.94
	+3.26	+2.06	+3.70
	+3.13	+1.72	+3.10
	+3.58	+1.64	+3.00
	+4.56	+1.84	+3.28
	+0.34	+1.44	+2.94
1940 Jan.	+4.31	+2.40	+4.12
	+3.21	+2.42	+3.78
	+4.54	+1.70	+3.64
	+3.71	+2.50	+3.64
	+4.15	+2.16	+3.40
	+4.05	+1.92	+3.42
Feb.	+4.70	+2.40	+3.92
	+6.08	+2.18	+3.34
	—	+2.34	+3.34
	+5.28	+2.02	+3.00
	+5.17	+2.40	+3.57
	+4.82	+2.40	+3.50
Mar.	+4.19	+2.20	+5.24
	+4.58	+2.56	+3.62
	+5.22	+2.62	+3.62
	+3.76	+2.32	+3.33
	+4.50	+3.22	+4.90
	+7.47	+5.82	+6.97
Apr.	+7.99	+5.08	+6.88
	+4.81	+3.28	+4.78
	+4.46	+2.76	+3.92

	$\Delta\delta'_A$	$\Delta\delta'_K$	$\Delta\delta'_T$
	+4′.51	+2′.92	+4′.18
	—	+2,98	+4.16
	+7.11	+3.70	+5.54
May	+5.19	+2.82	+4.42
	+3.89	+2.50	+3.62
	+4.96	+3.02	+4.22
	+5.74	+3.08	+5.07
	+4.78	+3.16	+4.32
	+5.24	+3.66	+4.96
June	+3.99	+2.82	+4.06
	+3.80	+3.26	+4.68
	+2.82	+2.96	+4.44
	+2.79	+3.26	+5.07
	+3.12	+3.22	+4.76
	+4.09	+3.92	+5.74
July	+2.81	+3,12	+[illegible].76
	+2.00	+3.64	+5.15
	+2.50	+3.58	+5.30
	+2.75	+3.68	+5.18
	+1.51	+3.20	+4.84
	+1.06	+3.58	+5.50
	+0.65	+3.06	+4.73
Aug.	+1.12	+3.30	+5.64
	+2.02	+3.52	+6.02
	+1.05	+3.12	+6.66
	+1.01	+2.65	+5.22
	+0.28	+2.80	+5.08
	−0.20	+2.92	+5.45
Sept.	+1.05	+3.80	—
	+1.33	+4.04	—
	−0.65	+2.86	—
	−1.57	+3.04	—
	+0.27	+3.10	—
	+2.41	+4.22	—
Oct.	+2.55	+4.16	—
	+2.68	+4.66	—
	+1.16	+3.54	—
	+1.17	+3.56	—
	+1.33	+3.54	—
	+2.39	+4.00	—

	$\Delta\delta'_A$	$\Delta\delta'_K$	$\Delta\delta'_T$
Nov.	+2′.54	+3′.98	—
	+2.08	+4.30	—
	+4.02	+3.94	—
	+3.05	+3.98	—
	+4.78	+4.62	—
	+5.23	+4.32	—
Dec.	+4.88	+5.22	—
	+5.35	+3.96	—
	+6.07	+3.96	—
	+6.54	+3.92	—
	+7.36	+4.42	—
	+6.97	+4.18	—
1941 Jan.	+6.71	+4.06	—
	+6.01	+4.02	—
	+5.90	+3.80	—
	+6.73	+3.88	—
	+7.19	+3.14	—
	+6.89	+3.46	—
Feb.	+6.51	+3.20	—
	+7.27	+3.82	+6.58
	+6.93	+3.48	+5.13
	+6.60	+3.24	+6.02
	+6.19	+4.06	+6.33
	+8.18	+3.70	+6.75
Mar.	+9.55	+5.84	+11.57
	+7.34	+4.60	+7.92
	+8.92	+4.33	+6.68
	+8.45	+4.40	+6.92
	+8.24	+4.36	+7.40
	+8.16	+3.88	+6.68
Apr.	+9.22	+4.74	+8.14
	+7.66	+4.04	+6.48
	+7.73	+3.92	+6.12
	+6.07	+3.78	+5.86
	+8.19	+4.08	+6.62
	+8.20	+4.90	+6.64
May	+7.17	+4.70	+5.06
	+5.68	+4.82	+5.04
	+4.89	+4.34	+5.08

	$\Delta\delta'_A$	$\Delta\delta'_K$	$\Delta\delta'_T$
	+5′.19	+4′.30	+5′.38
	+5.49	+4.36	+5.33
	+5.75	+4.72	+5.64
June	+5.40	+4.42	+6.40
	+5.48	+4.14	+4.96
	+4.34	+4.40	+6.72
	+6.59	+5.26	+5.50
	+5.07	+5.00	+6.55
	+4.50	+4.40	+5.80
July	+4.22	+4.38	+6.00
	+5.67	+6.52	+9.08
	+6.30	+5.52	+6.94
	+5.06	+4.82	+5.82
	+6.33	+4.70	+7.12
	+6.13	+3.92	+6.88
Aug.	+5.90	+3.90	+6.84
	+5.69	+5.26	+8.32
	+5.06	+4.34	+7.08
	+4.48	+4.24	+5.55
	+4.53	+4.24	+6.85
	+5.08	+4.30	+7.02
	+8.37	+4.96	+8.16
Sept.	+6.47	+4.34	+7.78
	+6′.31	+4′.16	+7′.90
	+6.00	+4.04	+8.02
	+5.69	+7.00	+12.13
	+5.60	+5.36	+8.42
	+4.28	+4.70	+8.02
Oct.	+4.81	+4.50	+8.10
	+4.37	+4.30	+7.48
	+5.19	+4.04	+8.54
	+5.31	+4.56	+8.02
	+5.35	+4.42	+7.90
	+6.78	+4.32	+7.60
Nov.	+8.21	+5.40	+9.62
	+7.05	+4.72	+8.44
	+7.62	+4.70	+7.74
	+6.43	+4.40	+7.56
	+6.81	+4.44	+7.68
	+6.79	+4.70	+8.32
Dec.	+6,77	+5.37	+8.76
	+6.75	+4.[illegible]6	+7.92
	+6.74	+4.26	+7.12
	+7.76	+4.46	+7.32
	+7.38	+4.14	+7.16
	—	+4.38	+7.34

第　Ⅲ　表

	$\Delta\delta''_A$	$\Delta\delta_K''$	$\Delta\delta''_T$	$\Delta\delta''_A-\Delta\delta''_K$	$\Delta\delta''_T-\Delta\delta''_K$
1938 Oct.	−0′.03	+0′.12	+0′.02	−0′.15	−0′.10
	−0.33	−0.09	−0.17	−0.24	−0.08
Nov.	−0.48	−0.23	−0.16	−0.25	+0.07
	−0.50	−0.42	−0.32	−0.08	+0.10
	−0.18	−0.15	−0.03	−0.03	+0.12
	+0.31	−0.03	+0.07	+0.34	+0.04
	+0.51	+0.11	+0.17	+0.40	+0.06
	+0.85	+0.23	+0.25	+0.62	+0.02
Dec.	+0.89	+0.27	+0.18	+0.62	−0.09
	+1.05	+0.30	+0.36	+0.75	+0.06
	+0.86	+0.24	+0.33	+0.62	+0.09
	+0.91	+0.28	+0.55	+0.63	+0.27

	$\Delta\delta''_A$	$\Delta\delta''_K$	$\Delta\delta''_T$	$\Delta\delta''_A-\Delta\delta''_K$	$\Delta\delta''_T-\Delta\delta''_K$
	+0″.66	+0″.18	+0″.18	+0″.48	+0″.00
	+0.66	−0.11	+0.03	+0.77	+0.14
1939 Jan.	+0.62	−0.39	−0.34	+1.01	+0.05
	+0.80	−0.54	−0.16	+1.34	+0.38
	+0.77	−0.30	+0.01	+1.07	+0.31
	+0.45	−0.22	+0.09	+0.67	+0.31
	+0.29	−0.14	−0.03	+0.43	+0.07
	+0.13	−0.16	+0.03	+0.29	+0.19
Feb.	+0.23	+0.12	+0.62	+0.11	+0.50
	+0.23	+0.26	+1.09	+0.02	+0.83
	+0.38	+0.26	+0.95	+0.12	+0.69
	+0.28	+0.06	+0.44	+0.22	+0.38
	+0.59	+0.36	+0.19	+0.23	−0.17
	+0.79	+0.74	+0.60	+0.05	−0.14
Mar.	+0.79	+0.82	+0.86	−0.03	+0.04
	+0.17	+0.46	+0.98	−0.29	+0.52
	−0.02	+0.02	+0.79	−0.04	+0.77
	+0.08	−0.12	+0.87	+0.20	+0.99
	+0.37	+0.29	+1.22	+0.08	+0.93
	+0.62	+0.36	+1.53	+0.26	+1.17
Apr.	+0.52	+0.52	+1.47	+0.00	+0.95
	+0.50	+0.33	+1.44	+0.17	+1.11
	+0.68	+0.84	+1.63	−0.16	+0.79
	+0.92	+1.46	+2.40	−0.54	+0.94
	+1.43	+1.76	+2.75	−0.33	+0.94
	+0.81	+1.92	+2.76	−0.11	+0.84
May	+0.86	+1.60	+2.25	−0.74	+0.65
	+0.30	+1.30	+1.80	−1.00	+0.50
	+0.22	+1.02	+1.59	−0.80	+0.57
	−0.36	+1.08	+1.84	−1.44	+0.76
	−0.07	+1.48	+2.48	−1.55	+1.00
	+0.52	+1.35	+2.52	−0.83	+1.17
June	+0.37	+1.08	+2.17	−0.71	+1.09
	−0.66	+0.62	+1.44	−1.28	+0.82
	−1.32	+0.93	+1.91	−2.25	+0.98
	−1.35	+1.14	+2.28	−2.49	+1.14
	−1.23	+1.22	+2.64	−2.45	+1.42
	−1.31	+1.04	+2.39	−2.35	+1.35
July	−0.80	+1.20	+2.46	−2.00	+1.26

	$\Delta\delta''_A$	$\Delta\delta''_K$	$\Delta\delta''_T$	$\Delta\delta''_A-\Delta\delta''_K$	$\Delta\delta''_T-\Delta\delta''_K$
	−0′.41	+1′.20	+2′.33	−1′.61	+1′.13
	−0.32	+1.25	+2.49	−1.57	+1.24
	−0.30	+1.05	+2.57	−1.35	+1.52
	+0.05	+1.31	+3.16	−1.26	+1.85
	+0.39	+1.16	+2.73	−0.77	+1.57
Aug.	+0.19	+0.79	+2.47	−0.60	+1.68
	+0.02	+0.36	+2.66	−0.34	+2.30
	+0.21	+0.43	+2.76	−0.22	+2.33
	+0.55	+0.70	+3.00	−0.15	+2.30
	+0.90	+1.22	+3.32	−0.32	+2.62
	+0.65	+1.04	+3.68	−0.39	+2.64
Sept.	+0.31	+0.91	+3.71	−0.60	+2.80
	−0.18	+0.61	+3.15	−0.79	+2.54
	−0.29	+0.73	+3.19	−1.02	+2.46
	−0.17	+1.40	+3.51	−1.57	+2.11
	−0.13	+1.55	+3.58	−1.68	+2.03
	−0.12	+1.47	+3.43	−1.59	+1.96
Oct.	0.00	+1.24	+3.41	−1.24	+2.17
	+0.12	+1.28	+3.49	−1.16	+2.21
	+0.68	+1.86	+4.62	−1.18	+2.76
	+1.13	+1.76	+4.52	−0.68	+2.76
	+0.89	+1.66	+4.38	−0.77	+2.72
	+0.44	+1.16	+3.47	−0.72	+2.31
	+0.08	+0.94	+3.17	−0.86	+2.23
Nov.	+0.12	+0.84	+3.06	−0.72	+2.22
	+0.51	+0.94	+3.12	−0.43	+2.18
	+0.76	+0.96	+3.02	−0.20	+2.06
	+0.72	+1.12	+3.10	−0.40	+1.98
	+0.72	+1.21	+3.06	−0.49	+1.85
	+0.02	+1.40	+3.14	−0.38	+1.74
Dec.	+1.98	+1.68	+3.31	+0.30	+1.63
	+2.61	+1.73	+3.58	+0.88	+1.85
	+3.32	+1.80	+3.26	+1.52	+1.46
	+3.76	+1.73	+3.46	+2.03	+1.73
	+2.83	+1.64	+3.07	+2.19	+1.43
	+3.07	+1.89	+3.44	+1.18	+1.55
1940 Jan.	+2.62	+2.08	+3.61	+0.54	+1.53
	+4.35	+2.17	+3.84	+2.18	+1.67
	+3.82	+2.22	+3.68	+1.60	+1.46
	+4.13	+2.14	+3.56	+1.99	+1.42

	$\Delta\delta''_A$	$\Delta\delta''_K$	$\Delta\delta''_T$	$\Delta\delta''_A - \Delta\delta''_K$	$\Delta\delta''_T - \Delta\delta''_T$
	+3′.97	+2′.21	+3′.48	+1′.76	+1′.27
	+4.30	+2.16	+3.58	+2.14	+1.42
Feb.	+4.94	+2.16	+3.56	+2.82	+1.40
	—	+2.30	+3.53	—	+1.23
	—	+2.18	+3.22	—	+1.04
	—	+2.25	+3.30	—	+1.05
	+5.09	+2.27	+3.35	+2.82	+1.08
	+4.73	+2.33	+4.10	+2.40	+1.77
Mar.	+4.53	+2.38	+4.12	+2.25	+1.74
	+4.66	+2.46	+4.16	+2.20	+1.70
	+4.52	+2.50	+3.52	+2.02	+1.02
	+4.49	+2.72	+3.95	+1.77	+1.23
	+5.28	+3.78	+5.06	+1.50	+1.28
	+6.65	+4.70	+6.25	+1.95	+1.55
Apr.	+6.79	+4.72	+6.21	+2.07	+1.49
	+5.75	+3.70	+5.19	+2.05	+1.49
	+4.59	+2.98	+4.29	+1.61	+1.31
	—	+2.88	+4.08	—	+1.20
	—	+3.20	+4.62	—	+1,42
	—	+3.16	+4.70	—	+1.54
May	+5.40	+3.00	+4.52	+2.40	+1.52
	+3.68	+2.78	+4.08	+0.90	+1.30
	+4.86	+2.86	+4.30	+2.00	+1.44
	+5.16	+3.08	+4.53	+2.08	+1.45
	+5.25	+3.30	+4.78	+1.95	+1.48
	+4.67	+3.21	+4.44	+1.46	+1.23
June	+4.31	+3.24	+4.56	+1.07	+1.32
	+3.54	+3.01	+4.39	+0.53	+1.38
	+3.14	+3.16	+4.73	−0.02	+1.57
	+2.91	+3.14	+4.75	−0.23	+1.61
	+3.33	+3.46	+5.19	−0.13	+1.73
	+3.30	+3.42	+5.08	−0.08	+1.66
July	+2.97	+3.56	+5.21	−0.59	+1.65
	+2.44	+3.44	+5.07	−1.00	+1.63
	+2.42	+3.63	+5.21	−1.21	+1.58
	+2.25	+3.48	+5.10	−1.23	+1.62
	+1.77	+3.48	+5.17	−1.71	+1.69
	+1.07	+3.28	+5.02	−2.21	+1.74
	+0.94	+3.31	+5.29	−2.37	+1.98

	$\Delta\delta''_A$	$\Delta\delta''_K$	$\Delta\delta''_T$	$\Delta\delta''_A-\Delta\delta''_K$	$\Delta\delta''_T-\Delta\delta''_K$
Aug.	+1′.26	+3′.29	+5′.46	−2′.03	+2′.17
	+1.40	+3.31	+5.90	−1.91	+2.59
	+1.36	+3.09	+5.76	−1.73	+2.67
	+0,78	+2.85	+5.45	−2.07	+2.60
	+0.36	+2.79	+5.25	−2.43	+2.46
	+0.38	+3.17	—	−2.79	—
Sept.	+0.73	+3.58	—	−2.85	—
	+0.61	+3.56	—	−2.95	—
	−0.30	+3.31	—	−3.61	—
	−0.65	+3.00	—	−3.65	—
	+0.34	+3.45	—	−3.11	—
	+1.78	+3.82	—	−2.04	—
Oct.	+2.55	+4.34	—	−1.79	—
	+2.13	+4.12	—	−1.99	—
	+1.87	+3.92	—	−2.05	—
	+1.22	+3.54	—	−2.32	—
	+1.63	+3.70	—	−2.07	—
	+2.09	+3.84	—	−1.75	—
Nov.	+2.34	+4.09	—	−1.75	—
	+2.88	+4.07	—	−1.19	—
	+3.05	+4.07	—	−1.02	—
	+3.95	+4.18	—	−0.23	—
	+4.35	+4.30	—	+0.05	—
	+4.96	+4.72	—	+0.24	—
Dec.	+5.15	+4.50	—	+0.65	—
	+5.43	+4.38	—	+1.05	—
	+5.99	+3.94	—	+2.05	—
	+6.66	+4.10	—	+2.56	—
	+6.96	+4.17	—	+2.79	—
	+7.01	+4.22	—	+2.79	—
1941 Jan.	+6.56	+4.08	—	+2.48	—
	+6.21	+3.96	—	+2.25	—
	+6,21	+3.90	—	+2.31	—
	+6.61	+3.60	—	+3.01	—
	+6.94	+3.49	—	+3.45	—
	+7.88	+3.26	—	+4.62	—
Feb.	+6.89	+3.49	—	+3.40	—
	+6.96	+3.50	—	+3.46	—
	+6.93	+3.51	+5.91	+3.42	+2.60

	$\Delta\delta''_A$	$\Delta\delta''_K$	$\Delta\delta''_T$	$\Delta\delta''_A-\Delta\delta''_K$	$\Delta\delta_K''-\Delta\delta''_T$
	+6′.61	+3′.59	+5′.82	+3′.02	+2′.23
	+6.79	+3.66	+6.36	+3.13	+2.70
	+7.98	+4.53	+8.21	+3.45	+3.67
Mar.	+8.36	+4.71	+8.74	+3.65	+4.03
	+8.60	+4.92	+8.72	+3.68	+3.80
	+8.24	+4.44	+7.17	+3.80	+2.73
	+8.54	+4.36	+7.00	+4.18	+2.64
	+8.62	+4.21	+7.00	+4.41	+2.79
	+8.54	+4.32	+7.40	+4.22	+3.08
Apr.	+8.35	+4.22	+7.10	+4.13	+2.88
	+8.20	+4.23	+6.91	+3.97	+2.68
	+7.15	+3.91	+6.15	+3.24	+2.24
	+7.33	+3.92	+6.20	+3.41	+2.28
	+7.49	+4.75	+6.37	+3.24	+2.12
	+7.85	+4.56	+6.10	+3.29	+1.54
May	+7.02	+4.80	+5.58	+2.22	+0.78
	+5.91	+4.62	+5.06	+1.29	+0,44
	+5.25	+4.48	+5.16	+0.77	+0.68
	+5.18	+4.33	+5.26	+0.85	+0.93
	+5.27	+4.46	+5.45	+0.81	+0.99
	+5.55	+4.50	+5.79	+1.05	+1.29
June	+5.52	+4.42	+5.66	+1.10	+1.24
	+5.07	+4.32	+6.02	+0.75	+1.70
	+5.47	+4.60	+5.72	+0.87	+1.12
	+5.33	+4.88	+6.25	+0.45	+1.37
	+5.60	+4.88	+5.95	+0.72	+1.07
	+4.60	+4.59	+6.11	+0.01	+1.52
July	+4.80	+5.10	+6.99	−0.30	+1.89
	+5.39	+5.47	+7.34	−0.08	+1.87
	+5.68	+5.62	+7.28	+0.06	+1.66
	+5.90	+5.01	+6.69	+0.89	+1.68
	+5.84	+4.48	+6.60	+1.36	+2.12
	+6.12	+4.17	+6.94	+1.95	+2.77
Aug.	+5.91	+4.36	+7.34	+1.55	+2.98
	+5.55	+4.50	+7.41	+1.05	+2.91
	+4.74	+4.61	+6.98	+0.13	+2.37
	+4.69	+4.27	+6.49	+0.42	+2.22
	+4.70	+4.26	+6.47	+0.44	+2.21
	+5.33	+4.50	+7.34	+0.83	+2.84
	+5.98	+4.53	+7.65	+1.45	+3.12

	$\Delta\delta''_A$	$\Delta\delta''_K$	$\Delta\delta''_T$	$\Delta\delta''_A-\Delta\delta''_K$	$\Delta\delta_T''-\Delta\delta''_K$
Sept.	+6′.38	+4′.48	+7′.94	+1′.90	+3′.46
	+6.23	+4.18	+7.90	+2.05	+3.72
	+6.00	+5.06	+9.35	+0.94	+4.29
	+5.76	+5.46	+9.52	+0.30	+4.06
	+4.86	+5.68	+9.52	−0.82	+3.84
	+4.70	+4.85	+8.18	+0.15	+3.33
Oct.	+4.49	+4.50	+7.86	+0.01	+3.36
	+4.79	+4.28	+8.04	+0.51	+3.76
	+4.96	+4.30	+8.01	+0.66	+3.71
	+5.28	+4.34	+8.15	+0.94	+3.81
	+5.81	+4.43	+7.84	+1.38	+3.41
	+6.78	+4.71	+8.37	+2.07	+3.66
Nov.	+7.38	+4.81	+8.55	+2.57	+3.74
	+7.63	+4.94	+8.60	+2.69	+3.66
	+7.03	+4.60	+7.91	+2.43	+3.31
	+6.95	+4.51	+7.66	+2.44	+3.15
	+6.68	+4.51	+7.85	+2.17	+3.34
	+6.79	+4.83	+8.25	+1.96	+3.42
Dec.	+6.77	+4.84	+8.33	+1.93	+3.49
	+6.75	+4.69	+7.93	+2.06	+3.24
	+7.08	+4.39	+7.45	+2.69	+3.06
	+7.29	+4.28	+7.20	+3.01	+2.92
	—	+4.32	+7.27	—	+2.95
	—	—	—	—	—

13. Über die Bewegung eines Punktsystems

von

Takeo MATUZAWA,

Institut für Erdbebenforschung.

(Vorgelegt den 6. Juli 1943. ——Eingegangen den 3. Juni 1944.)

(*1*) *Einleitung*. Man kann die Fortpflanzung der Erdbebenwellen von vielerlei Standpunkten aus betrachten, z. B. als elastische wellen im gewöhnlichen Sinne, als Diffusion der Beweguug in zerstückelten Erdkruste,[1] oder als Übertragung der Bewegung der eingebetteten Massenpunkte durch die dazwischen liegenden Medien.[2] Es hängt natürlich von der Bedingung der betreffenden Erdkruste ab, welchen Faktor betont zu betrachten. Hier möchte ich den letzten Fall näher betrachten, und zwar ganz idealisiert.

(*2*) *Bewegung des n-punktsystems in einer Dimension*. Es sei, n Massenpunkte von der Masse m werden durch massenlose elastische Faden von der Länge l stuckweise verbunden, und die beiden Enden festgebunden. Setzt man die längsweise Verschiebung des i-ten Punktes gleich ξ_i, ist die Ziehungskraft des Fadens gleich

$$k\frac{\xi_{i+1}-\xi_i}{l} \quad \text{wo } k \text{ eine Konstante ist.}$$

Dann ist die kinetische Energie des Systems gleich

$$T=\frac{1}{2}m\sum_1^n \dot{\xi}_i^2,$$

und die potentielle Energie

$$U=-\frac{k}{l}\sum_1^n\int_0^{\xi_i}(\xi_{i+1}-2\xi_i+\xi_{i-1})d\xi_i=-\frac{k}{l}\sum_1^n\left(-\xi_i^2+\xi_i\xi_{i+1}\right)$$

$$=\frac{1}{2}\frac{k}{l}\sum_0^n\left(\xi_{i+1}-\xi_i\right)^2, \qquad \xi_0=0, \qquad \xi_{n+1}=0.$$

Also lautet die Bewegungsgleichung des i-ten Punktes wie folgt,

$$m\frac{d^2\xi_i}{dt^2}=\frac{k}{l}(\xi_{i+1}-2\xi_i+\xi_{i-1}), \quad i=1, 2, \cdots\cdots n.$$

Setzt man $\xi_i=e^{ipt}A_i$, bekommt man

---

1) S. T. Nakamura, *Bull. Cent. Meteor. Obs. Japan* **3** (1919): M. Ishimoto, *Bull. Earth. Res. Inst.* **13** (1935), 130: K. Takahashi, *Geophys. Mag.* **11** (1938), 117.

2) K. Iida, *Bull. Earth. Res. Inst.* **17** (1939), 783.

$$A_{i+1}+(a^2-2)A_i+A_{i-1}=0,\quad i=1,2,\cdots\cdots n,\quad A_0=0.\quad A_{n+1}=0$$

wo $a^2=\dfrac{ml}{k}p^2$.

Eliminiert man die n Unbekannten A_i, dann folgt die n-reihige Determinantengleichung von $x=a^2-2$,

$$\varDelta_n=\begin{vmatrix} x & 1 & 0 & \cdots\cdots \\ 1 & x & 1 & \\ 0 & 1 & x & \\ \vdots & & & \end{vmatrix}=0$$

(3) *Die gezwungene Bewegung.* Wenn der $(n+1)$-e Punkt der Bewegung $\xi_{n+1}=A\sin\omega t$ unterliegt, dann bekommt man leicht die folgende Beziehung.

$$A_2=(2-a_0^2)A_1,\qquad A_3=\{(2-a_0^2)-1\}A_1,\quad \cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$A_i=\varDelta_{i-1}(-x_0)A_1,\quad \cdots\cdot\quad A_{n+1}=\varDelta_n(-x_0)A_1.$$

Also

$$A_1=\frac{A}{\varDelta_n(-x_0)},\quad A_2=\frac{\varDelta_1(-x_0)}{\varDelta_n(-x_0)}A,\quad \cdots\cdot\quad A_i=\frac{\varDelta_{i-1}(-x_0)}{\varDelta_n(-x_0)}A$$

wo $a_0^2=\dfrac{ml}{k}\omega^2,\qquad x_0=a_0^2-2.$

(4) *Mathematisches über* $\varDelta_n$. Diese Gleichung, ebenso wie A_i, genügt der gleichförmigen Rekursionsformel wie folgt,

$$\varDelta_n=x\varDelta_{n-1}-\varDelta_{n-2}.$$

Nach wenigen Veränderungen erhält man eine Funktion $\varDelta'_n$ mit einer Rekursionsformel $\varDelta_n'-x\varDelta'_{n-1}+\frac{1}{4}\varDelta_{n-2}=0$, die mit dem Tschebyscheff'schen Polynom übereinstimmt. Aber für $n\leqq 2$ fehlt die Übereinstimmung.

$\varDelta_n$ in Potenzen von x lautet

$$\varDelta_n=x^n-(n-1)x^{n-2}+\frac{(n-2)(n-3)}{1.2}x^{n-4}-\frac{(n-3)(n-4)(n-5)}{1.2.3}x^{n-6}+\cdots$$
$$+(-1)^i\binom{n-i}{i}x^{n-2i}+\cdots\cdots\cdots,\quad n\geqq 2i,$$

oder in steigenden Potenzen

$$\varDelta_{2p}=(-1)^p\Big\{1-\frac{p(p+1)}{1.2}x^2+\frac{(p-1)p(p+1)(p+2)}{1.2.3.4}x^4-\cdots\cdots$$
$$+(-1)^i\binom{p+i}{2i}x^{2i}+\cdots\Big\},\quad i\leqq p,$$

$$\varDelta_{2p+1}=(-1)^p\Big\{(p+1)x-\frac{p(p+1)(p+2)}{1.2.3}x^3+\frac{(p-1)p(p+1)(p+2)(p+3)}{1.2.3.4.5}x^5$$
$$\cdots\cdots+(-1)^i\binom{p+i+1}{2i+1}x^{2i+1}\cdots\Big\},\quad i\leqq p.$$

Nach ν-maligen Iteration der Gleichung von Δ_i, ergibt sich

$$\Delta_i = \Delta_\nu \Delta_{i-\nu} - \Delta_{\nu-1} \Delta_{i-\nu-1}$$

Für Δ_n erhält man ganz ähnlich

$$\Delta_n = \Delta_\nu \Delta_{n-\nu} - \Delta_{\nu-1} \Delta_{n-\nu-1}$$

Besonders

$$\Delta_{2\nu-1} = \Delta_\nu \Delta_{\nu-1} - \Delta_{\nu-1} \Delta_{\nu-2} = (\Delta_\nu - \Delta_{\nu-2}) \Delta_{\nu-1},$$

$$\Delta_{2\nu} = \Delta_\nu \Delta_\nu - \Delta_{\nu-1} \Delta_{\nu-1} = (\Delta_\nu + \Delta_{\nu-1})(\Delta_\nu - \Delta_{\nu-1})$$

(5) *Lösung der Gleichung* $\Delta_n = 0$.[1] Diese Gleichung ist eine Säkulargleichung. Der Wurzel von a^2 ist nicht anders als der Eigenwert bei der Hauptachsentransformation der Bilinear-formel

$$K(x,x) = 2\sum_1^n x_i^2 - 2\sum_1^{n-1} x_i x_{i+1} = \sum_1^{n-1} (x_i - x_{i+1})^2 + x_1^2 + x_n^2.$$

Weil $K(x,x)$ positiv definit ist, sind bekanntlich die allen Eigenwerte reell.

Durch Anwendung der Maximum-minimum Eigenschaft der Eigenwerte kann man sie leicht berechnen.

Der erste Eigenwert κ_1 ist das Minimum (od. Maximum) von $K(x,x)$ unter der Nebenbedingung $\sum_1^n x_i^2 = 1$.

Dann lautet die Bedingung $\frac{\partial \kappa}{\partial x_i} = 0$ bei der Nebenbedingung wie folgt,

$$-\frac{x_{i+1} + x_{i-1}}{x_i} + \frac{x_{\nu+1} + x_{\nu-1}}{x_\nu} = 0, \quad i = 1, \cdots\cdots n.$$

wo x_ν als eine unwillkürliche Veränderliche betrachtet ist.

Setzt man $x_i = a_1 \sin \frac{\pi}{n+1} i$, dann

$$\sum_1^n x_i^2 = \frac{a_1^2}{2} n = 1.$$

Alle diese x_i genügen der Maximum-minimum Bedingung. Nach weniger Berechnung ergibt sich

$$\sum_1^{n-1} x_i x_{i+1} = \cos \frac{\pi}{n+1}$$

Also

$$\kappa_1 = 2\left(1 - \cos \frac{\pi}{n+1}\right)$$

Der zweite Eigenwert κ_2 ist das Minimum K (x, x) unter der Nebenbedingung

1) *Die Wurzel dieser Gleichung sind im „Sound Vol. 1" von Lord Rayleigh gegeben und zwar ohne Hinweis auf die Methode der Lösung.*

$$\sum_1^n x_i^2 = 1$$

und
$$\sum_1^n l_{1i}\, x_i = 0,$$

wo
$$l_{1i} = \sin \frac{\pi}{n+1} i,$$

Die Maximum-minimum Bedingung mit der Nebenbedingung lautet

$$\begin{vmatrix} l_{1i} & l_{1\nu} & l_{1(\nu+1)} \\ x_i & x_\nu & x_{\nu+1} \\ -x_{i-1} - x_{i+1} & -x_{\nu-1} - x_{\nu+1} & -x_\nu - x_{\nu+2} \end{vmatrix} = 0, \quad i = 1, 2 \cdots n,$$

$x_i = a_2 \sin 2\frac{\pi}{n+1} i$ mit $\frac{a_2^2}{2} n = 1$ genügt den Bedingungen. Dann bekommt man den zweiten Eigenwert wie folgt, nämlich

$$\kappa_2 = 2\left(1 - \cos 2\frac{\pi}{n+1}\right)$$

Ähnlich kann man weiterkommen und im allgemeinen ergibt sich der ν-te Eigenwert

$$\kappa_\nu = 2\left(1 - \cos \nu \frac{\pi}{n+1}\right), \qquad \nu = 1, 2, \cdots\cdots n.$$

Zu κ_ν entsprechende Eigenfunktion ist

$$\eta_{\nu i} = a_\nu \sin \nu \frac{\pi}{n+1} i, \qquad i = 0, 1, 2, \cdots\cdots n+1.$$

Wurzel x_ν von $\Delta = 0$ ist natürlich gleich $-2\cos\frac{\pi}{n+1}\nu$.
Einige funktionentheoretische Überlegungen führen uns zum folgenden Resultat, das leicht verifiziert wird, nämlich

$$\Delta_n = \prod_{\nu=1}^{n} \left(x + 2\cos\frac{\pi}{n+1}\nu\right) = \frac{\sin\left\{(n+1)\cos^{-1}\frac{x}{2}\right\}}{\sin\left(\cos^{-1}\frac{x}{2}\right)}$$

Wenn man eine Funktion $M_n = \frac{\Delta_n}{2} = \frac{\sin\{(n+1)\cos^{-1}y\}}{\sin(\cos^{-1}y)}$ mit $\frac{x}{2} = y$ einführt, bekommt man ein System von orthogonalen Funktionen zwischen -1 und +1 mit der Belegfunktion $\sqrt{1-y^2}$, nämlich

$$\frac{2}{\pi}\int_{-1}^{+1} \sqrt{1-y^2}\, M_n^2 dy = 1, \quad \int_{-1}^{+1} \sqrt{1-y^2}\, M_l M_m dy = 0.$$

Nächst wollen wir den zweiten Fall der Randbedingung batrachten. Wenn an beiden Enden die Mitte des Fadens fest gehalten wird, dann ist die Potentielle Energie

$$U = \frac{k}{l}\left\{\frac{3}{2}\xi_1^2 + \sum_2^{n-1} \xi_i^2 + \frac{3}{2}\xi_n^2 - \sum_1^{n-1} \xi_i \xi_{i+1}\right\}.$$

Die Gleichung der Bewegung lautet

$$m\frac{d^2\xi_1}{dt^2}=-\frac{k}{l}(3\xi_1-\xi_2),$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$m\frac{d^2\xi_i}{dt^2}=-\frac{k}{l}(2\xi_i-\xi_{i+1}-\xi_{i-1}),$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$m\frac{d^2\xi_n}{dt^2}=-\frac{k}{l}(3\xi_n-\xi_{n-1}).$$

Wie in § 2. gelangt man zur Säkulargleichung

$$\varDelta_n=\begin{vmatrix} a^2-3 & 1 & 0\cdots\cdots & & \\ 1 & a^2-2 & 1 & & \\ 0 & 1 & a^2-2 & & \vdots \\ \vdots & & & & 0 \\ \vdots & & & a^2-2 & 1 \\ & & \cdots\cdot 0 & 1 & a^2-3 \end{vmatrix}=0$$

Die entsprechende Bilinearform ist dann

$$K(x,\ x)=3x_1^2+2\sum_2^{n-1}x_i^2+3x_n^2-2\sum_1^{n-1}x_i x_{i+1}$$

Die Minimum Bedingung von $K(x,\ x)$ bei $\sum_1^n x_i^2=1$ lautet

$$\frac{x_1-x_2}{x_1}+\frac{x_{\nu-1}+x_{\nu+1}}{x_\nu}=0.$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$-\frac{x_{i+1}+x_{i-1}}{x_i}+\frac{x_{\nu+1}+x_{\nu-1}}{x_\nu}=0.$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$\frac{x_n-x_{n-1}}{x_n}+\frac{x_{\nu+1}+x_{\nu-1}}{x_\nu}=0,$$

$x_i=a_1\sin\frac{\pi}{n}\left(i-\frac{1}{2}\right)$ mit $\frac{a_1^2}{2}n=1$ genügt den Bedingungen.

Ebenso wie früher gelangt man zum ersten Eigenwert

$$\kappa_1=2\left(1-\cos\frac{\pi}{n}\right),$$

und im allgemeinen

$$\kappa_\nu=2\left(1-\cos\frac{\pi}{n}\nu\right),\quad \nu=1,\ 2,\cdots\cdots n.$$

Die κ_ν entsprechende Eigenfunktion ist

$$\eta_{\nu i}=a_\nu\sin\nu\frac{\pi}{n}\left(i-\frac{1}{2}\right),\qquad i=1,\cdots\cdots n.$$

Setzt man $x=a^2-2$, dann

$$\Delta_n=\prod_{\nu=1}^{n}\left(x+2\cos\frac{\pi}{n}\nu\right)=\frac{1-\left(\frac{x}{2}\right)^2}{\sqrt{1+\frac{x}{2}}}\sin\left(n\cos^{-1}\frac{x}{2}\right)$$

An einem Ende wird ein Punkt festgehalten und an dem anderen Ende wird die Mitte der zweier Punkte gehalten, dann lautet die Gleichung der Bewegung und der Potentielle Energie

$$m\frac{d^2\xi_i}{dt^2}=\frac{k}{l}(\xi_{i+1}-2\xi_i+\xi_{i-1}).$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$m\frac{d^2\xi_n}{dt^2}=\frac{k}{l}(-3\xi_n+\xi_{n-1}).$$

und

$$U=\frac{k}{l}\left(\sum_1^{n-1}\xi_i^2+\frac{3}{2}\xi_n^2-\sum_1^{n-1}\xi_i\xi_{i+1}\right)$$

Die entsprechende Säkulargleichung ist

$$\Delta_n=\begin{vmatrix} a^2-2 & 1 & 0\cdots\cdots & & \\ 1 & a^2-2 & 1 & & \\ 0 & 1 & a^2-2 & & \vdots \\ \vdots & & & a^2-2 & 1 \\ & & & \cdots 1 & a^2-3 \end{vmatrix}=0$$

Die Eigenwerte lauten

$$\kappa_\nu=2\left(1-\cos\frac{\pi}{n+\frac{1}{2}}\nu\right),\quad \nu=1,2,\cdots\cdots n$$

Und die entsprechenden Eigenfunktionen sind

$$\eta_{\nu i}=a_\nu\sin\nu\frac{\pi}{n+\frac{1}{2}}i.$$

(6) *Spezielle Fälle.* Nun wollen wir die Fortpflanzung der Wellenform in fast unendlichen Reihen solches Punktsystems betrachten.

Fall i. Zwei Punkte formen eine Welle.

In $A_{i+1}+(a^2-2)A_i+A_{i-1}=0$, Kann man setzen

$$A_{i+\nu}=(-1)^\nu A_i \qquad \text{mit } a^2=4.$$

Dieser Fall entspricht dem Eigenwert $\kappa_1=2(1-\cos\pi)=4$ für einen Punkt in § 5. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit ist dann

$$V=\frac{2l}{T}=\frac{2}{\pi}\sqrt{\frac{kl}{m}}$$

Fall ii. Vier Punkte formen eine Welle.

Hier genügen $A_i=(\sqrt{-1})^i A$ mit $\alpha^2=2$ der Gleichung. Dieser Fall entspricht dem Eigenwert $\kappa_1=2\left(1-\cos\frac{\pi}{2}\right)=2.$

Die Geschwindigkeit ist dann

$$V=\frac{4l}{T}=\frac{2\sqrt{2}}{\pi}\sqrt{\frac{kl}{m}}$$

Fall iii. Acht Punkte bilden eine Welle.

Vom § 3

$$A_{i+8}=\Delta_8 A_i-\Delta_7 A_{i-1},$$

$$A_{i+4}=\Delta_4 A_i-\Delta_3 A_{i-1}.$$

Hier muss man setzen $A_{i+8}=A_i$, $A_{i+4}=-A_i$.

Diese Bedingungen werden immer befriedigt mit $x=\sqrt{2}$ bezw.

$$\alpha^2=2-\sqrt{2}.$$

Dieser Fall entspricht dem Eigenwert $\kappa_1=2\left(1-\cos\frac{\pi}{4}\right)=2-\sqrt{2}.$

Die Geschwindigkeit ist

$$V=\frac{8l}{T}=\frac{4\sqrt{2-\sqrt{2}}}{\pi}\sqrt{\frac{kl}{m}}=\frac{3.063}{\pi}\sqrt{\frac{kl}{m}}$$

Fall iv. Sechzehn Punkte bilden eine Welle.

In

$$A_{i+16}=\Delta_{16}A_i-\Delta_{15}A_{i-1},$$

$$A_{i+8}=\Delta_8 A_i-\Delta_7 A_{i-1},$$

muss man setzen $A_{i+16}=A_i$, $A_{i+8}=-A_i$.

Diese Bedingungen werden immer befriedigt mit $x^2=2+\sqrt{2}$ bezw.

$$\alpha^2=2-\sqrt{2+\sqrt{2}}$$

Dieser Fall entspricht dem Eigenwert $\kappa_1=2\left(1-\cos\frac{\pi}{8}\right).$

Die Geschwindigkeit ist

$$V=\frac{16l}{T}=\frac{8\sqrt{2-\sqrt{2+\sqrt{2}}}}{\pi}\sqrt{\frac{kl}{m}}=\frac{3.13}{\pi}\sqrt{\frac{kl}{m}}$$

Es scheint also, dass sich die Geschwindigkeit immer näher an den Wert $\sqrt{\frac{kl}{m}}$ schmiegt, je mehr Punkte in einer Welle teilnehmen, d. h. je länger die Wellenlänge zum Vergleich mit l wird.

Im allgemeinen wenn eine halbe Wellenlänge $l(n+\varepsilon)$, $0\leq\varepsilon\leq1$ ist, werden die Gleichungen der Bewegung durch

$$\xi=A\sin\frac{\pi}{n+\varepsilon}i \quad \text{od. } B\cos\frac{\pi}{n+\varepsilon}i \quad \text{mit } \alpha^2=2\left(1-\cos\frac{\pi}{n+\varepsilon}\right)$$

befriedigt. Dann ist die Fortpflanzung von einer Wellenform mit der halben

Wellenlänge $(n+\varepsilon)l$ auch möglich.

Die Geschwindigkeit ist

$$V=\frac{2(n+\varepsilon)l}{T}=\frac{(n+\varepsilon)l}{\pi}\sqrt{2\left(1-\cos\frac{\pi}{n+\varepsilon}\right)}\sqrt{\frac{k}{ml}}\doteqdot\sqrt{\frac{kl}{m}}$$

(7) *Übergang zum Kontinuum.* Dividiert man die beiden Seiten der Bewegungsgleichung durch 1, dann

$$\frac{m}{l}\frac{d^2\xi_i}{dt^2}=\frac{k}{l^2}\left\{(\xi_{i+1}-\xi_i)-(\xi_i-\xi_{i-1})\right\}$$

Wenn man m in l gleichmässig verteilt denkt, dann ist m/1 die Langendichte des Fadens σ. Bei den grossen Wellenlängen nämlich bei immer grossen Werte von n werden die erste Eigenfunktion

$$\eta_i=a_1\sin\frac{\pi}{n+\varepsilon}i$$

immer wieder kontinuierlich für 1.

Also kann man setzen

$$\lim_{l\to 0}\frac{(\xi_{i+1}-\xi_i)-(\xi_i-\xi_{i-1})}{l^2}=\frac{\partial^2\xi}{\partial x^2}$$

Demzufolge wird die Gleichung der Bewegung

$$\sigma\frac{\partial^2\xi}{\partial t^2}=k\frac{\partial^2\xi}{\partial x^2}$$

und die Fortpflanzungsgeschwindigkeit ist $V=\sqrt{\frac{k}{\sigma}}$,

was wir schon gesehen hat, nämlich $V\doteqdot\sqrt{\frac{kl}{m}}$

(8) *Anwendung zur Erdkruste.* In der Erdkruste wie den Konglomeraten- oder Sand-Schichten kann man die Fortpflanzung der Wellen in ähnlicher Weise wie oben betrachten. Dabei kann man ruhig die effektive Dichte und elastische Konstante denken, ebenso wie in kontinuierlichen Medien.

(9) *Anwendung auf das Diffusionproblem.* Wenn viele sehr gute Wärmeleiter durch sehr schlechten Leiter nebeneinander verbunden werden, dann kann man angenähert die folgende Gleichung annehmen,

$$Cm\frac{\partial T_i}{\partial t}=\frac{sk}{l}\left\{(T_{i+1}-T_i)-(T_i-T_{i-1})\right\},$$

wo T Temperatur des i-ten Wärmeleiters,

c Wärmekapazität,

m Masse des Teiles,

k Wärmeleitvermögen des schlechten Leiters,

l Entfernung zwischen den nebeneinander stehenden Leitern,

s Areal der berührenden Fläche,

Setzt man

$$T_i = e^{-pt} T_i, \quad \text{und} \quad a^2 = cm \frac{l}{sk} p,$$

so kann man ganz ähnlich wie oben behandeln.

Hier wollen wir einige Bemerkungen über die Idee der Diffusion der Erdbebenwellen machen.[1] Der zweite Hauptsatz der Wärmetheorie lautet, dass die Wärme von der höheren Temperatur zur tieferen fliesst. Aber die Energie der elastischen Schwingungen behält sich nicht immer so. Das hängt von dem Phasenverhältnis ab.

Nun wollen wir viele zerstückelte Bodenteile betrachten, in welchen Extinktion der Schwingung sehr klein ist und sie werden nebeneinander ganz schwach gekoppelt.

u_i sei die Amplitude der Schwingung des i-ten Teils. Ein wahrscheinlicher Fall der Koppelung kann so sein, dass die Verschiebung an einem Rande proportional der relativen Verschiebung ist, nämlich

$$u = k'(u_{i+1} - u_1)$$

Nun kann man die Gleichung der elastischen Bewegung wie folgt setzen,

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + a\frac{\partial}{\partial x}\right)\left(\frac{\partial}{\partial t} - a\frac{\partial}{\partial x}\right) u = 0$$

Also ist

$$\frac{\partial u}{\partial t} = a\frac{\partial u}{\partial x}$$

auch ein möglicher Fall.

Dadurch, kann man auch wie folgt setzen, wenn die Wellenlänge genug gross ist.

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} = k^2(u_{i+1} - 2u_i + u_{i-1})$$

Nämlich, wenn das Phasenverhäitnis günstig ist, so kann man die Diffusion der Schwingung voraussetzen, was bei Fortpflanzung der Erdbebenwellen durch die zerstückelten Erdkruste ziemlich wahrscheinlich der Eall sein möge.

Nach dem Schluss dieser Arbeit sind mir die Arbeiten von Lord Rayleigh on the Propagation of Waves along Connected Syetems of Similar Bodies" (Phil. Mag. XLIV pp. 356-362, 1897) und " Chapt. VI, Sound Vol. I (1894)" bekannt geworden. Aber einige Methoden und Ideen meiner Arbeir stehen nicht in den oben genannten Arbeiten. Darum hoffentlich würde die Veröffentlichung dieser kleinen Arbeit wenigstens in gewissem Grade von Bedeutung sein und recht genehmigt.

(1) S. T. Nakamura, *Bull. Cent. Meteor. Obs. Japan*, **3** (1919); M. Ishimoto, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **13** (1935) 130; K. Takahasi, *Geophys. Mag.*, **11** (1938) 117

13. Sitten-Kumiai ni tutawaru Nami.

Matuzawa-Takeo.

Tikyû no Hyômen ni tikai Tikaku wa komiitta Kôzô wo motte iru kara Zisin no Nami no Tutawarikata ni tuitemo iro iro na Mikata ga dekiru. Tatoeba renzoku na Danseitai no Naka de hutu no Undohoteisiki ni sitagau Nami to site, matawa Undo no Kakusan no Baai to site, aruiwa Rekigan ya Sagan nado no yona mono wo Sitten no Tunagari to mite sono Naka no Nami wo kangaeru Baai nado de aru.

Koko dewa kono saigo no Baai wo yaya tatiitte kangae, Kakusan no Baai ni tuitemo Kangae wo susumeta.

14. 地震動の尾部について(其の2)

地震研究所　表　　俊一郎

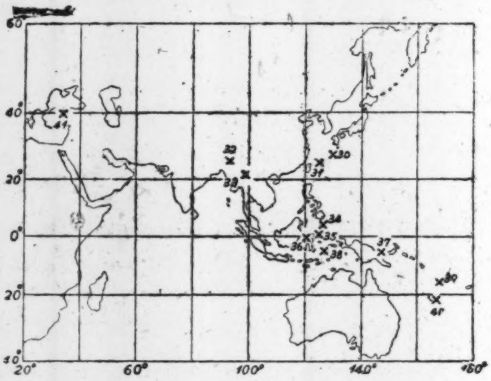
(昭和18年3月4日發表—昭和19年9月8日受理)

第3章　遠地地震の地震動の尾部

§1. 緒言　震央距離 1,000km より小なる地震による地震記象に基き，地震動の尾部の1分毎の平均週期を求め之から夫々の地震について尾部の振動の卓越週期を決定した結果はすでに第1章[1]に於て述べたごとくである．此の章に於ては前章に引きつづき，震央距離それより大なる地震即ち 1,000km 乃至 10,000km の震央距離を有する地震の尾部の振動週期をしらべた結果を報告することとする．

遠地地震の振動週期の調べを行ふにあたり，週期の讀取りを遂行するのに用ひた地震記象は近地地震の研究を行つた場合と同樣長週期水平振子型地震計により記錄せられた記象が用ひられた．遠地地震に於ても後に述べるごとく尾部の波の週期は 10 秒乃至20秒位であるので，自己振動週期 60 秒の地震計による記象はほぼ地動に近いものを現らはしてゐると看做して差支へないと思はれる．

此の第3章に於ては第I表にあげた12の地震について尾部の週期がしらべられたのであるが，調べられた地震の多くは南方諸地域に發生したものであり，それらの震央は第1圖に見られるごとくである．



第1圖　震央の分布

圖に附記せられてゐる數字は第I表の地震番號であり之は第1章の近地地震の番號につづくものである．

これらの地震について前章に述べたと同一の方法により週期のよみとりが行はれ求められた週期は第II表に見られるごとくである．用ひられた地震計の倍率は 15~20 倍に調節せられてゐるので，これに記錄せられる地震動は可なりの大地震により起されたものであるため週期の讀取りも 100 分以上までも行はれたものも珍らしくない．

§2. 尾部の振動と脈動との關係　遠地地震の記象の中，上に述べたごとく總振動

1) 表俊一郎　地震研究所彙報 **21** (1943), 458.

第 I 表

地震番號	發震時						震央			總振動時間
		年	月	日	時	分	λ	φ	地域	
30	昭和	13	Ⅳ	23	9	30	130°0E	28°1N	奄美大島東南東沖	約70分
31		13	Ⅵ	10	9	53	125°2E	25°3N	宮古島北々西沖	110
32		13	Ⅷ	16	13	35	94°0E	25°0N	ビルマ	60
33		13	Ⅴ	14	21	10	99°0E	22°0N	上ビルマ	60
34		13	Ⅸ	7	11	03	128°0E	5°0N	セレベス海	70
35		13	Ⅹ	11	05	55	125°0E	1°0N	セレベス北東	60
36		13	Ⅴ	20	02	16	119°0E	0°0	セレベス	140
37		13	Ⅴ	13	00	47	147°5E	5°0S	ニューギニヤ	120
38		13	Ⅵ	10	04	23	126°0E	4°0S	バンダ海	110
39		13	Ⅵ	23	22	06	168°9E	19°1S	ニューヘブライズ	80
40		13	Ⅴ	30	23	40	169°4E	20°4S	ニューカレドニヤ	100
41		13	Ⅳ	19	20	12	33°5E	39°5N	トルコ	71

時間の長いものに於ては尾部のもつ振動振幅は極めて小さく記象紙の上にて 0.5mm 位に過ぎなくなることがしばしばである．之に對して本郷に於ては4秒乃至6秒位の週期をもつ脈動が發生することが多く，其の結果之と尾部の振動とを分離することが不可能となる場合が生じてくる．從つて波の山から山までをよみとつて尾部の振動週期を決定することは脈動の發生の顯著である場合に於ては甚だ好ましくないこととなる．後に述べるごとく尾部の週期は脈動の週期にくらべてはるかに長いのであるから詳しく解析を行へば兩者を分離して夫々の振動週期を見出すことは必ずしも不可能のことではないのであるが實際に於ては尾部全域にわたつて幾つもの地震について週期分析を行ふことは必ずしも容易のことではないので，脈動のない日の地震記象について尾部の振動週期を求めることが最も望ましい所である．併し全く靜穩な日の遠地地震の記象を見出すことは甚だ困難な事に屬し，普通の日に於て 數 μ 程度（記象紙の上にて 0.2~0.3mm 位）の振動が見られることは通例であるので尾部の振動週期を讀取るにあたつては全振幅 1 mm より大なる波の部分についてのみ讀取りを遂行することとした．

今脈動による振動及び尾部の振動の振動率及び振幅を夫々 n_1, c_1 及び n_2, c_2 とすれば當然 $n_1>n_2$, $c_1<c_2$ でありこの場合の合成振動の平均週期は

$$\frac{4\pi}{n_1-n_2}\Bigg/\left(\frac{\dfrac{4\pi}{n_1-n_2}}{\dfrac{4\pi}{n_1+n_2}}-1\right)=\frac{2\pi}{n_2}$$ [2]

となることが知られてゐる．即ち尾部の振動の振幅が

2) 坪井忠二　振動論 (1942), 39.

脈動の振幅に較べて充分に大きければ平均週期は尾部の振動の週期と一致すると考へ得るので，比較的靜穩な日に於て 1mm より大なる振幅の振動について考へる限りに於ては讀取られた週期は尾部の振動の週期をあらはすものと考へて過りを生じないと考へ得る．

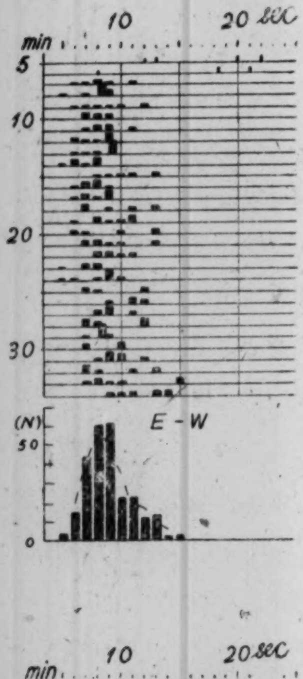
§ 3. 週期頻度圖　斯くの如くにして第II表に求められてゐる週期を1秒毎の週期に區分して，P の始めより1分毎に區切つた區間内に存在する週期の頻度について考察することとする．頻度圖を畫くにあたつては，週期大なる波は少なる波に較べて同じ1分の間に入り得る個數は當然少ないのであるからこの不公平を取除くために實際に波の數を數へて得られる頻度 np に對し $Np=(np/np')\times 10$, $np'=60/(p+0.5)$で定義せられる百分率頻度 Np を用ひる方が適當であることは既に第1章で述べたところである．第 2~13 圖にこの Np について求められた頻度圖があげてある．東西成分，南北成分のいづれに於ても良好な記象の得られてゐるものについては兩成分について夫々頻度圖が示されてゐるが，1成分の頻度圖のみが得られたにすぎない地震もある．

調べられた地震に於て，多くは S 波の始まるのは P 波の初動ののち 6~8 分位であり，從つて尾部の振動週期を求めるためには少くとも始めの 10 分が除外せられて考察が行はれても少しも差支へを生じないことが明らかである．從つてここに見られる週期頻度圖に於ては大多數のものは P の始めより第 10 分迄の波は除外し，それ以後の波について得られた結果が示されてゐる．只比較的に震央距離の小さい奄美大島及び宮古島北々西沖の地震は S 波の出現が P の後3分であるので分週期頻度圖には第5分以後の Np の値を圖示することとした．此等の頻度圖をえがくにあたり，いづれの地震記象に於ても S 波ののちに L 波及び M 波による大振幅をもつ波が優勢にあらはれ，これらの波の週期は 30 秒乃至 40 秒に及ぶことは珍らしくないので，それらの波も全て含む如き頻度圖を畫がくことが最も望ましいのであるが，ここには便宜上 25 秒以下の週期の波についての頻度が示されてゐるにすぎない．從つて上にあげた頻度圖にはこれら週期の長い波は全く除外せられてゐることとなるが，今調べを行つてゐる尾部の週期として問題となるものは長い週期でも 20 秒迄位の波であるので，只今の問題をとりあつかふ限りに於ては 25 秒より長い波について考へることは必ずしも必要ではない．從つて週期頻度圖に示すものは 25 秒迄の週期の波に限ることとした．その結果頻度圖の上からは 10 分前後には波が存在しないやうに見える地震もあるが，之は長い週期の波が存在してゐることを意味するものである．之等の頻度圖に於て顯著な特長は，上述の長週期の波が暫時續いた後第 20 分目頃を確然と

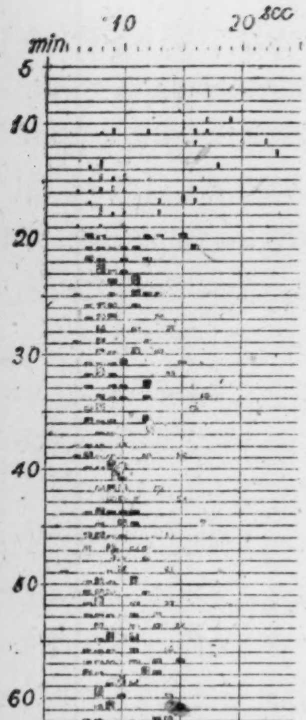
した境ひとなして週期の短い波があらはれてきてゐることが認められることであり，而もこの週期は大きい波の週期にくらべればはるかに短いのであるが，ほゞ一様であることが認められる點である．このことは後にのべる平均週期曲線を一見すれば極めて顯著なことであるが，週期頻度圖に於ても充分その傾向を察することが出來る．更にいくつかの地震に於ては，此のやうにして略々一定の週期が現れその狀態が 30～40 分もつづいた後，即ち p の初動より第 80～90 分の後再び週期の長い波が優勢にあらはれて來てゐるのが見られる．之等の週期の長い波は地震記象の上にても振幅も亦大きな波であり走時より推定すれば地球の優弧に沿つて傳播してきた L 波及び M 波であると考へてあやまりないごとくである．しかしいづれにせよ，この部分は今問題としてゐる尾部の波とは性質をことにするので，尾部の週期を求めんとするに當つてはこの部分の波による影響は取り除くことを必要とする．從つて各分毎に求められた週期頻度圖を尾部全域にわたつて合計して尾部全域についての頻度圖を求めるにあたつては，上にのべた表面波によると思はれる週期の長い波が見られる部分の影響が混入することを避けるため，この部分を除いて考へることが望ましい次第である．それ故夫々の頻度圖の下部に示された合計頻度圖にはこれら表面波の部分の頻度は除き，ほぼ一様な週期のあらはれる部分の波についてのみ合計せられた結果が示されてゐる．即ち頻度圖に於てはこの一定の週期と思はれる尾部の波の頻度は太線で示されてをり，表面波によると思はれる長い週期の波のあらはれてゐる部分の頻度は細い線で示されてゐるので合計頻度は太線の部分のみについて合計せられた結果である．

此のやうにして求められた合計頻度圖には，10～20 秒の間の様々の週期の波が見られるため一見して明瞭であるごとき卓越週期を定め得ないものがある．頻度最大のものとそれに亞ぐ頻度をもつ波との間の N の値がわづかに 2～3 の差を示すにすぎないやうな頻度圖からは，圖にあらはれてゐる頻度最大の週期をえらび出すことが必ずしも尾部の卓越週期をえらび出したこととはならないことは當然である．このために p 秒の波の Np の値につきそれに相隣る百分率頻度 N_{p-1} 及び N_{p+1} との間に $\overline{N_p}=1/3\times(N_{p-1}+N_p+N_{p+1})$ で定義せられる重複平均をつくり，$\overline{Np}$ について頻度曲線を求めた結果が合計頻度圖に破線で示されてゐる．之より尾部の卓越週期を求めることが出來る．

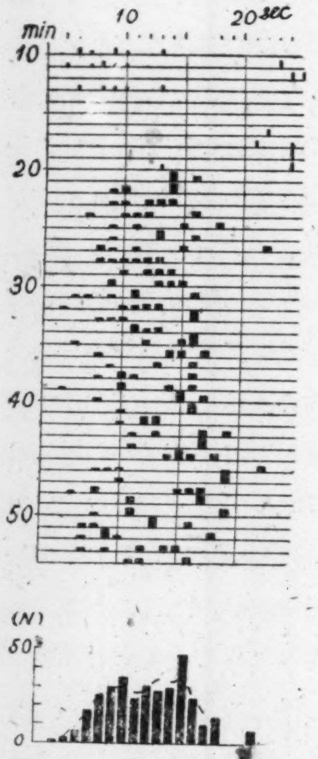
第2圖奄美大島の地震の $E-W$，$N-S$ 兩成分の頻度曲線の形は必ずしも同一ではないが卓越週期は共に9秒となる．宮古島の地震にては第 20 分より第 80 分の間で頻度曲線が求められた．ビルマの地震の頻度曲線にては卓越週期は明瞭ではないが上ビルマの地震の頻度曲線からは卓越週期は 18 秒と求められる．セレベス海，セレ



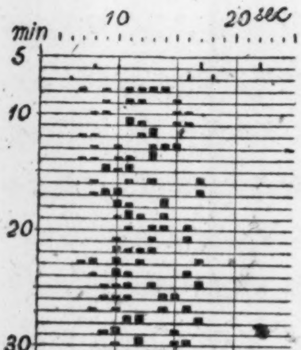
第2圖 奄美大島地震頻度圖



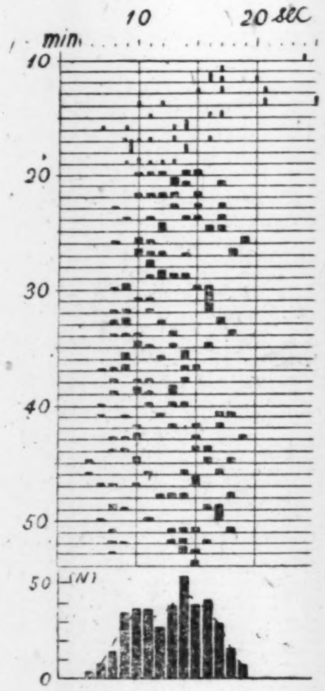
第3圖 宮古島北北西沖地震頻度圖



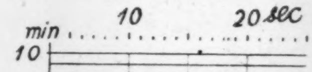
第4圖 ビルマ地震頻度圖



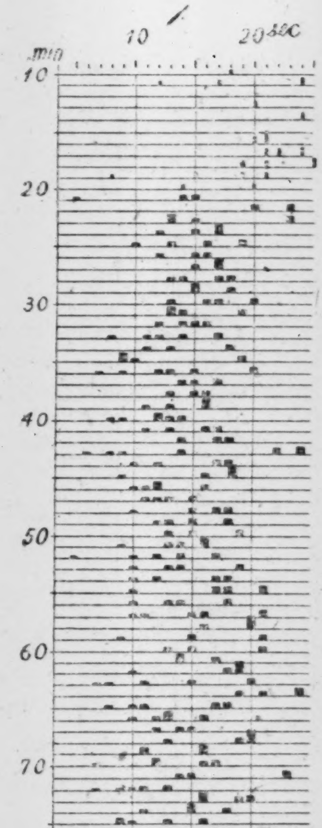
第5圖 上ビルマ地震頻度圖



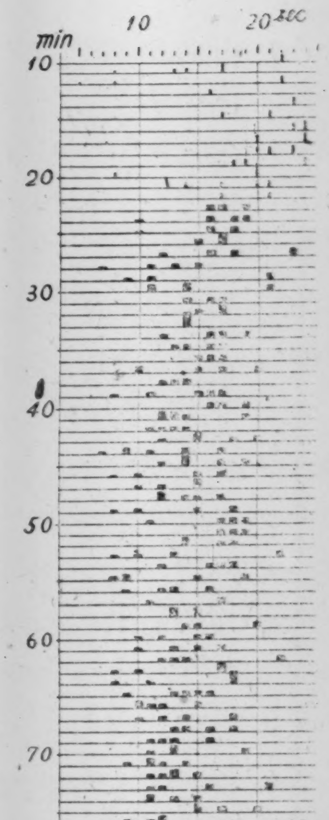
第 6 圖　セレベス海地震頻度圖



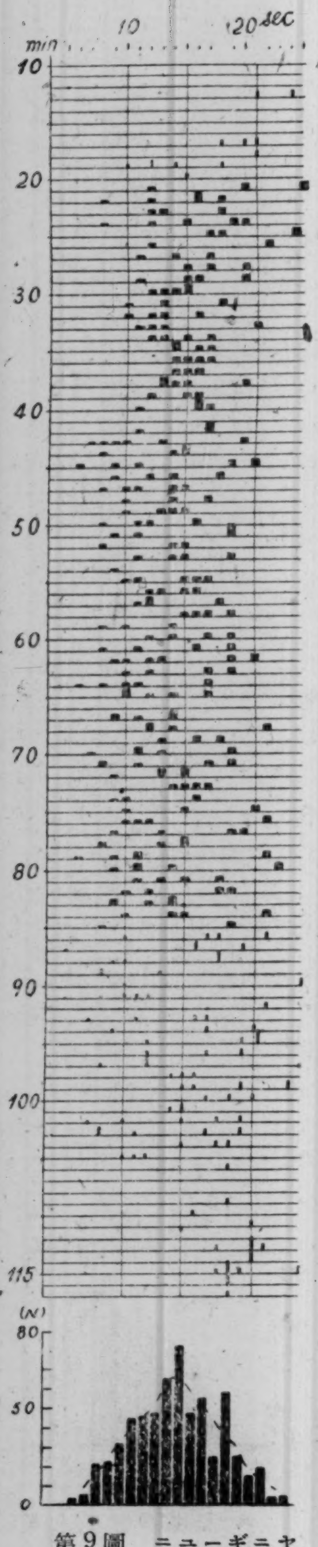
第7圖　セレベス北東地震頻度圖



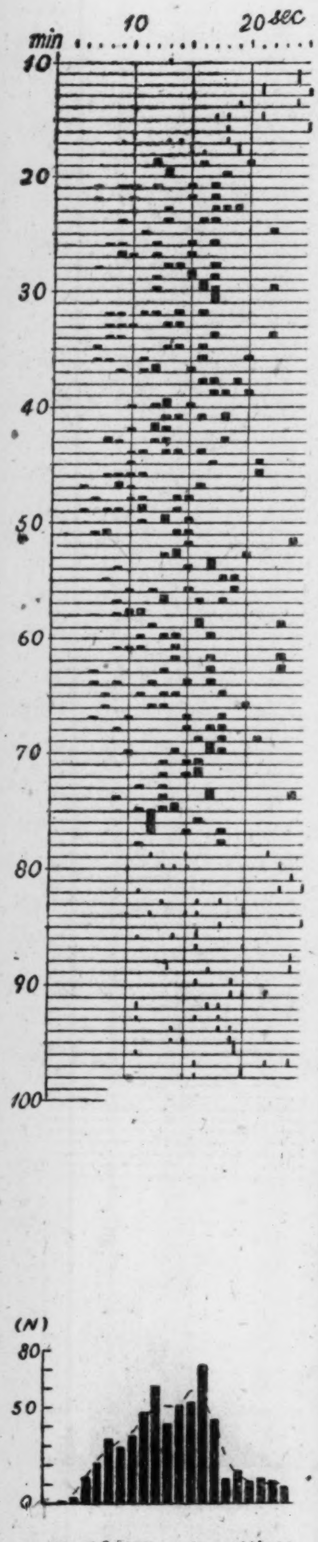
第8圖A;　セレベス地震頻度圖(東西成分)



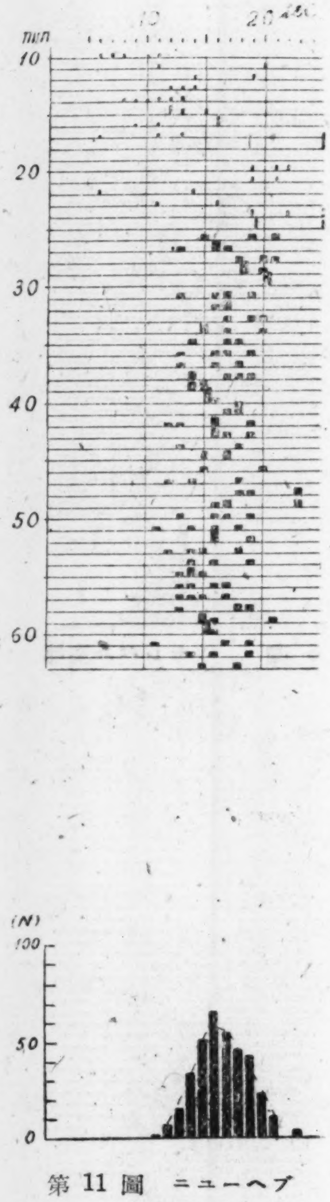
第8圖B;　セレベス地震頻度圖(南北成分)



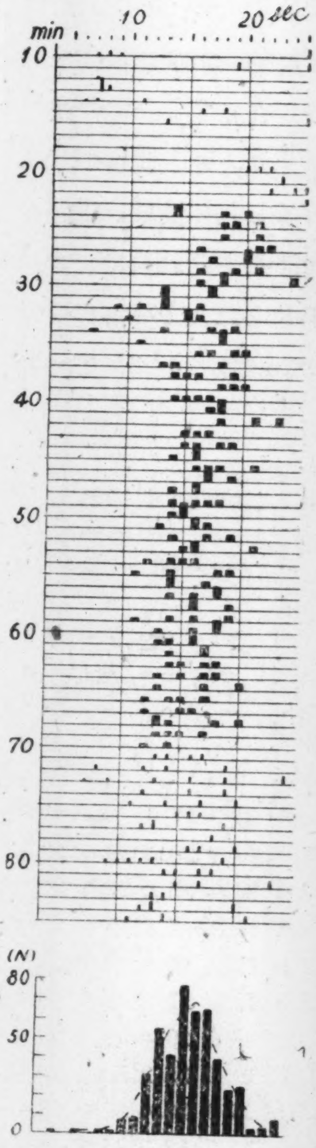
第9圖　ニューギニヤ地震頻度圖



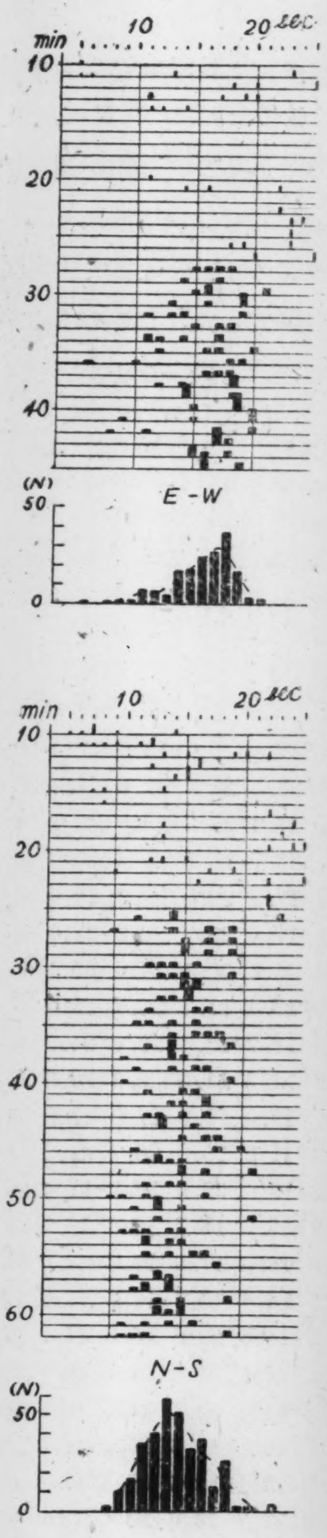
第10圖　バンダ海地震頻度圖



第11圖　ニューヘブライズ地震頻度圖



第 12 圖　ニユーカレドニヤ地震頻度圖



第 13 圖　トルコ地震頻度圖

ベス北東の地震についての頻度曲線の型はそれ程鋭くはないが卓越週期はいづれも14秒となる．セレベスの地震では東西及び南北兩成分についてそれぞれ頻度曲線が示されてをり，いづれにても卓越週期は 16 秒となる．ニユーギニヤの地震では前者より反つて少さく15秒となる．バンダ海の地震の頻度曲線は山の形が明瞭でなく卓越週期を求め難い．ニユーヘブライズ16秒ニユーカレドニヤ17秒となり，トルコの地震は東西成分と南北成分とでは卓越週期の値がはなはだ異り，前者17秒，後者14秒となるが，後に述る理由により東西成分より求めた卓越週期の値を採用することとする．

併しいづれの週期頻度曲線に於ても山の形がきはめて鋭いものはむしろ稀であつて之等の圖より尾部の振動の卓越週期を定めることは困難である．之等の頻度極大の週期は後に平均週期より求めた卓越週期の第Ⅳ表に並べて示されてゐる．

§4. 平均週期曲線　尾部の振動の卓越週期を更に明瞭に求めるために第1章に於て行はれたと同一の方法により夫々の地震について1分毎の平均週期が求められた．即ち P の始めより1分毎に區切られた區間内に於て，その中に存在する全ての波の週期について平均を行つたのであるが其の場合週期頻度圖を求めたときと同様の考へに基き，週期の長い波は同じ1分の間では短い波にくらべて存在し得る箇數は當然少ないのであるが故に，そのことによる不公平を除くため，週期の長さそれ自身を重みと見て重價平均を行ひ平均週期を決定した．このやうにして求められた1分毎の平均週期は第Ⅲ表にあげた如くである．之を夫々の地震毎に圖示すれば第 14～25 圖の如くなる．

第Ⅲ表　平均週期

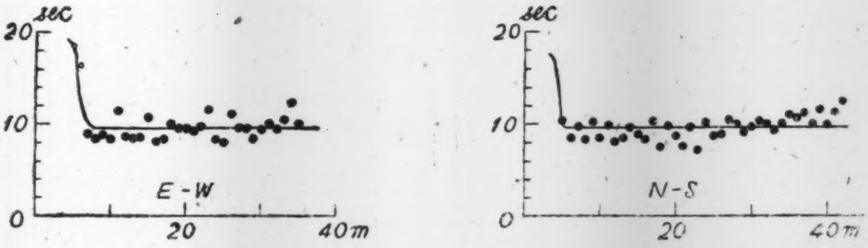
地震番號	30		31	32	33	34	35	36		37	38	39	40	41	
成分	東西	南北	東西	東西	南北	東西	南北	東西	南北	東西	東西	東西	東西	東西	南北
分	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒
5	18.5	10.4	38.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9.3
6	16.4	8.6	36.3	—	17.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8.8
7	9.0	9.7	23.7	—	16.8	—	8.0	—	10.2	—	—	—	—	—	12.5
8	8.5	8.4	14.0	29.5	12.1	34.3	6.9	18.8	17.2	26.9	14.7	—	—	—	9.2
9	8.9	10.3	16.4	21.8	12.6	34.1	25.6	22.0	24.4	35.2	9.0	—	—	—	7.3
10	8.5	8.5	18.7	9.3	13.1	16.8	24.2	25.9	33.7	33.4	34.8	8.7	17.0	—	6.6
11	11.5	9.9	13.3	13.3	—	23.7	26.5	29 5	25.9	48.1	34.0	20.9	28.5	16.6	10.4
12	8.7	8.2	20.0	24.7	11.7	17.7	33.0	32.9	16.4	51.4	30.0	16.9	25.8	21.9	17.7
13	8.5	8.5	25.3	10.0	12.9	17.5	28.7	30.2	31.7	43.6	24.8	15.3	7.5	19.1	15.5
14	8.6	9.6	11.2	34.9	11.3	23.6	29.1	24.4	30.1	44.2	22.9	11.1	16.3	12.7	15.1
15	10.8	8.9	9.1	46.8	10.5	15.4	21.7	26.7	22 6	27.9	22.3	12.6	21.3	46.5	10.3
16	8.2	8.4	8.7	33.9	10.6	12.7	13.4	21.0	24.8	27.5	19.1	15.5	29.4	52.4	26.4
17	8.5	10.4	14.3	27.5	11.9	12.7	18.6	22.8	20.9	20 3	23.8	19.0	35.2	50.5	25.1
18	10.0	7.6	10.2	23.0	12.7	12.0	19.8	22.9	21.8	24.2	14.6	25.9	28.4	39.2	23.0
19	9 6	9.9	11.8	24.4	12.2	11.6	16.0	26.7	21.2	13.7	18.1	30.7	32.8	35.7	18.6
20	9.6	8.8	11.7	22.9	14.3	13.4	25.8	23.3	17.4	29.5	16.0	21.1	21.8	47.6	24.1
21	9.3	7.7	11.4	14.9	13.9	15.2	15.7	16.8	18.9	21.3	15.4	20.6	24.9	18.5	14.0
22	9.8	9.7	10.0	12.3	11.8	13.0	17.5	17.0	23.4	15.6	13.2	20.1	24.3	29.0	16.9
23	11.6	7.3	8.7	12.2	12.2	14.4	15.7	18.3	17.9	15.5	14.0	34.8	25.7	33.9	20.6
24	8.5	10.1	10.6	12.6	12.3	14.5	22.6	15.8	17.0	16.6	17.4	22.6	17.4	23.8	29.5
25	8.2	8.8	11.4	14.8	13.1	15.1	14.9	15.7	16.3	20.6	15.1	25.8	19.9	26.4	22.3
26	11.1	9.0	11.0	13.8	12.4	12.6	13.7	14.0	16.8	19.2	17.2	19.0	20.4	20.7	17.2
27	9.7	10.5	9.9	13.6	13.1	13.2	12.8	16.3	18.4	15.2	13 5	16.0	20.6	25.4	16.0
28	9.6	10.0	9.1	11.0	12.7	13.5	12.6	16.5	12.4	18.3	12.0	20.2	19 7	17.0	17.6
29	8.6	9.2	11.5	12.7	11.9	12.7	14.6	16.4	15.4	16.6	14.4	19.3	19.5	16.2	16.2
30	9.5	9.7	10.9	12.9	13.8	12.8	17.2	17.2	15.7	14.4	15.4	19.4	19.9	17.8	14.0
31	10.0	10.3	11.0	11.5	12.2	14.3	13.0	15.4	16.3	13.5	16.7	17.2	15.6	17.6	16.1

(次頁へ續く)

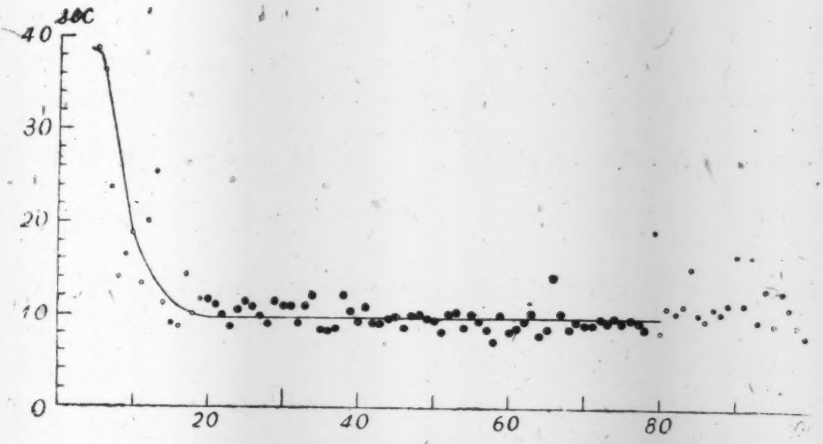
32	9.5	10.0	8.2	11.4	12.7	13.5	12.9	14.8	17.1	13.9	17.4	14.1	13.1	15.3	16.0
33	10.5	9.4	11.0	12.9	11.5	12.6	15.3	13.7	14.8	15.8	13.1	19.2	14.8	17.2	15.0
34	12.3	10.0	12.1	12.1	—	13.2	14.8	15.3	16.8	15.0	11.8	17.2	15.9	14.1	15.6
35	10.0	10.9	8.4	14.7	—	12.9	11.8	12.8	15.8	15.9	16.8	16.8	16.9	17.3	13.8
36	—	10.7	7.7	14.6	—	12.5	14.7	14.3	16.4	16.2	12.9	17.0	18.7	16.0	16.6
37	—	11.2	8.2	15.3	—	11.9	14.3	15.8	15.7	15.5	14.7	16.1	15.9	17.3	15.3
38	—	10.1	12.2	11.9	—	11.9	12.6	15.3	14.2	15.8	12.5	18.0	16.8	15.6	14.2
39	—	11.6	10.5	12.8	—	11.6	12.8	14.9	14.8	13.2	18.0	14.9	19.6	15.4	15.4
40	—	9.9	9.3	15.1	—	12.7	16.3	12.3	16.6	15.6	18.8	15.9	16.2	18.1	16.7
41	—	11.3	10.9	14.3	—	14.5	13.7	14.4	14.7	17.2	13.3	18.1	18.2	17.6	15.2
42	—	12.4	9.1	12.6	—	14.5	16.5	16.9	12.9	16.0	15.8	14.9	20.1	15.9	16.6
43	—	—	9.0	16.3	—	13.4	14.6	17.7	16.7	13.2	12.4	17.5	16.9	17.8	14.6
44	—	—	9.6	16.2	—	13.5	12.0	15.7	12.7	14.3	12.4	16.8	17.5	16.5	14.5
45	—	—	9.8	16.6	—	13.4	13.7	16.4	16.2	16.3	13.5	16.6	16.0	18.0	17.1
46	—	—	8.5	15.3	—	13.8	15.3	13.0	13.1	14.6	16.7	16.9	18.7	—	18.0
47	—	—	10.1	16.5	—	12.9	14.3	13.9	13.6	12.6	14.3	15.7	18.1	—	14.2
48	—	—	10.1	13.0	—	14.2	16.3	16.0	12.9	15.1	11.5	17.6	16.0	—	16.3
49	—	—	9.7	15.1	—	12.8	14.4	15.4	13.0	13.7	12.5	19.5	16.8	—	14.1
50	—	—	9.6	14.0	—	14.2	12.2	16.8	17.4	13.7	10.8	17.0	15.4	—	13.2
51	—	—	8.1	12.2	—	14.7	13.3	14.5	18.7	16.3	12.8	15.4	15.9	—	13.8
52	—	—	10.3	11.9	—	13.0	12.0	13.6	11.5	13.5	11.9	17.6	17.4	—	18.3
53	—	—	10.4	12.5	—	13.7	13.2	12.7	15.8	15.6	14.9	15.4	17.8	—	13.4
54	—	—	8.7	14.3	—	15.6	14.4	15.5	16.5	14.3	16.2	17.2	14.7	—	14.3
55	—	—	10.2	—	—	—	12.4	17.8	13.2	14.8	15.6	14.6	17.0	—	15.3
56	—	—	9.5	—	—	—	13.2	14.8	13.5	14.8	16.9	15.9	15.6	—	18.0
57	—	—	8.5	—	—	—	11.5	15.9	15.5	14.3	15.4	15.3	17.2	—	13.2
58	—	—	7.1	—	—	—	11.6	17.4	14.2	17.4	14.4	17.6	17.5	—	13.4
59	—	—	10.0	—	—	—	16.1	16.8	17.2	12.0	10.7	17.6	16.2	—	16.5
60	—	—	8.3	—	—	—	—	17.5	13.7	16.6	18.3	15.5	17.1	—	14.5
61	—	—	8.6	—	—	—	—	15.8	14.7	15.3	13.0	16.9	15.5	—	14.0
62	—	—	9.3	—	—	—	—	17.5	16.6	15.8	11.9	15.9	16.7	—	14.4
63	—	—	10.3	—	—	—	—	15.7	14.5	16.5	19.4	17.1	16.8	—	—
64	—	—	7.8	—	—	—	—	22.0	15.8	12.1	17.8	—	16.6	—	—
65	—	—	8.5	—	—	—	—	14.5	14.3	13.6	13.5	—	17.8	—	—
66	—	—	14.1	—	—	—	—	13.7	12.7	16.9	14.1	—	15.2	—	—
67	—	—	10.2	—	—	—	—	14.4	14.7	14.1	15.2	—	15.1	—	—
68	—	—	8.6	—	—	—	—	18.9	16.1	16.5	14.6	—	16.5	—	—
69	—	—	9.3	—	—	—	—	14.1	13.8	16.4	16.0	—	15.4	—	—
70	—	—	9.0	—	—	—	—	14.6	15.5	13.7	19.0	—	18.8	—	—
71	—	—	8.9	—	—	—	—	18.9	12.6	14.5	14.8	—	15.7	—	—
72	—	—	9.7	—	—	—	—	13.5	13.5	13.8	15.2	—	14.1	—	—
73	—	—	9.4	—	—	—	—	17.0	16.6	16.0	15.6	—	17.4	—	—
74	—	—	9.8	—	—	—	—	15.5	13.3	12.8	19.6	—	16.5	—	—
75	—	—	9.2	—	—	—	—	15.4	17.4	16.6	17.8	—	16.7	—	—
76	—	—	9.6	—	—	—	—	14.8	11.7	14.2	13.5	—	26.1	—	—

（次頁へ續く）

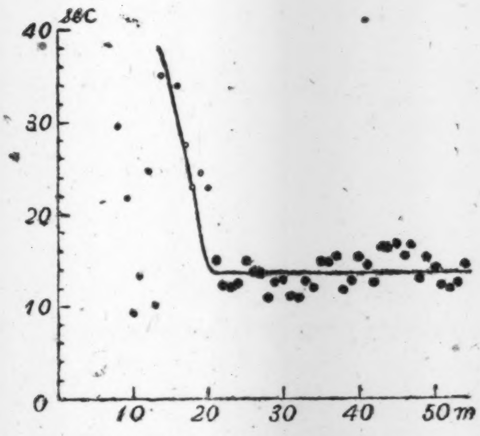
77	—	—	9.8	—	—	—	—	16.4	16.1	17.0	13.6	—	15.2	—	—
78	—	—	8.5	—	—	—	—	19.6	15.2	13.2	15.1	—	23.0	—	—
79	—	—	19.2	—	—	—	—	17.6	14.8	17.8	21.3	—	23.5	—	—
80	—	—	8.2	—	—	—	—	15.3	13.7	16.6	17.7	—	14.9	—	—
81	—	—	11 0	—	—	—	—	21.2	19.2	14.9	16.9	—	16.6	—	—
82	—	—	10.5	—	—	—	—	16.2	16.4	15.4	27.2	—	19.5	—	—
83	—	—	11.3	—	—	—	—	13.4	13.8	12.4	21.8	—	25.2	—	—
84	—	—	15.2	—	—	—	—	18.5	12.7	16.9	16.4	—	15.6	—	—
85	—	—	10.3	—	—	—	—	18.0	14.3	16.5	15.6	—	16 5	—	—
86	—	—	9.5	—	—	—	—	18.8	14.8	18.4	22.6	—	—	—	—
87	—	—	10.9	—	—	—	—	15.7	17.4	14.9	14.7	—	—	—	—
88	—	—	10.6	—	—	—	—	15.2	14.3	12.4	22.3	—	—	—	—
89	—	—	11.5	—	—	—	—	22.9	12.1	26.3	26.0	—	—	—	—
90	—	—	16.5	—	—	—	—	22.1	14.6	25.3	21.2	—	—	—	—
91	—	—	11.5	—	—	—	—	18.7	12.4	17.2	24.4	—	—	—	—
92	—	—	16.5	—	—	—	—	25.5	15.4	31.5	21.0	—	—	—	—
93	—	—	9.7	—	—	—	—	25.8	14.5	14.6	14.8	—	—	—	—
94	—	—	13 0	—	—	—	—	20.5	13.8	17.4	16.0	—	—	—	—
95	—	—	9.1	—	—	—	—	16.6	12.2	19.6	17.5	—	—	—	—
96	—	—	12.7	—	—	—	—	16.3	14.9	22.0	20.2	—	—	—	—
97	—	—	11.0	—	—	—	—	21.9	15.1	11.9	17.8	—	—	—	—
98	—	—	9.0	—	—	—	—	15.1	15.0	15.6	21.7	—	—	—	—
99	—	—	7.9	—	—	—	—	24.6	14.7	19.7	18.6	—	—	—	—
100	—	—	—	—	—	—	—	20.0	14.0	19.8	—	—	—	—	—
101	—	—	—	—	—	—	—	28.1	14.4	15.4	—	—	—	—	—
102	—	—	—	—	—	—	—	24.6	21.0	16.1	—	—	—	—	—
103	—	—	—	—	—	—	—	22.0	14.0	16.2	—	—	—	—	—
104	—	—	—	—	—	—	—	20.6	13.5	15.8	—	—	—	—	—
105	—	—	—	—	—	—	—	—	13.0	13.9	—	—	—	—	—
106	—	—	—	—	—	—	—	19.0	13.6	26.3	—	—	—	—	—
107	—	—	—	—	—	—	—	15.7	12.4	15.1	—	—	—	—	—
108	—	—	—	—	—	—	—	13.0	14.0	29.0	—	—	—	—	—
109	—	—	—	—	—	—	—	16.1	10.9	25.2	—	—	—	—	—
110	—	—	—	—	—	—	—	21.4	13.9	22.6	—	—	—	—	—
111	—	—	—	—	—	—	—	27.2	14.5	26.6	—	—	—	—	—
112	—	—	—	—	—	—	—	27.0	14.0	26.0	—	—	—	—	—
113	—	—	—	—	—	—	—	25.1	11.0	25.3	—	—	—	—	—
114	—	—	—	—	—	—	—	26.7	13.4	24.4	—	—	—	—	—
115	—	—	—	—	—	—	—	23.9	11.6	21.8	—	—	—	—	—
116	—	—	—	—	—	—	—	18.2	11.7	25.8	—	—	—	—	—
117	—	—	—	—	—	—	—	23.4	15.0	22.0	—	—	—	—	—
118	—	—	—	—	—	—	—	28.0	13.5	—	—	—	—	—	—
119	—	—	—	—	—	—	—	24.6	10.0	—	—	—	—	—	—
120	—	—	—	—	—	—	—	33.2	11.9	—	—	—	—	—	—



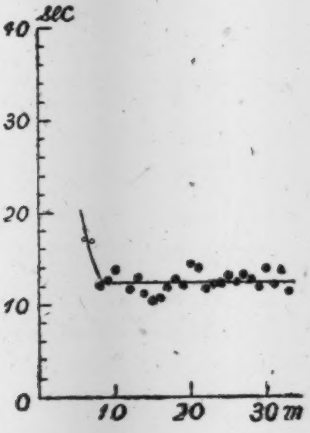
第 14 圖　奄美大島地震平均週期曲線



第 15 圖　宮古島北北西沖地震平均週期曲線

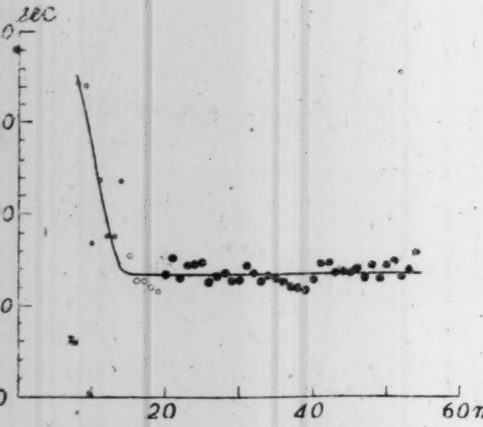


第16圖　ビルマ地震平均週期曲線

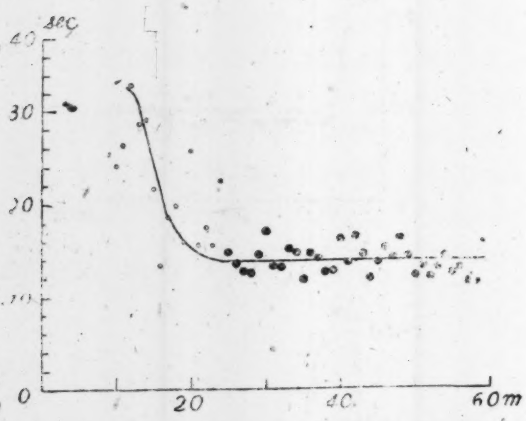


第17圖　上ビルマ地震平均週期曲線

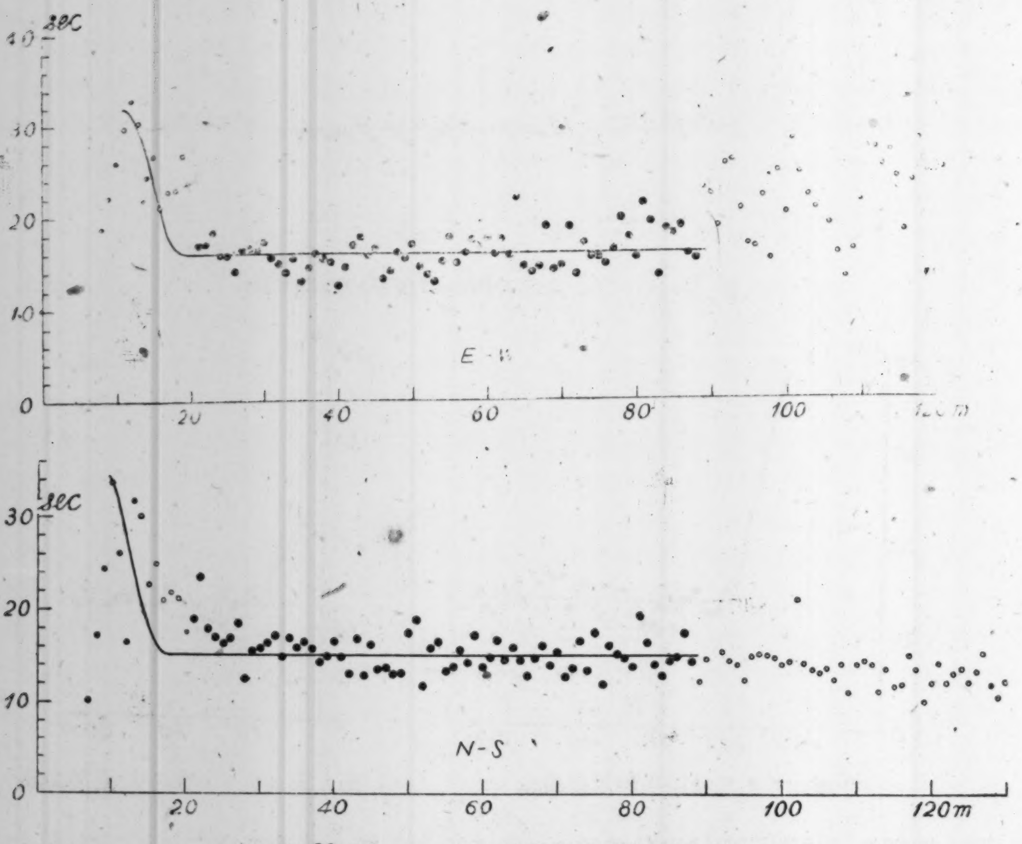
遠地地震の平均週期曲線に於てはいづれの圖に於ても S 波のすぐ後に引き續いて表面波による極めて週期の長い波が優勢にあらはれてゐるのが認められる．之ら週期の長い波が略々 10 分近く繼續した後には略々一様な平均週期を持つ部分が數十分の長時間にわたり持續してゐることが極めて顯著に認められる．この一様な平均週期を與へる部分を地震動の尾部とよび，この部分は一定の週期をもつものと假定して此の一定の週期を尾部の卓越週期と定義し夫々の地震について卓越週期が求められた．



第18圖　セレベス海地震平均週期曲線

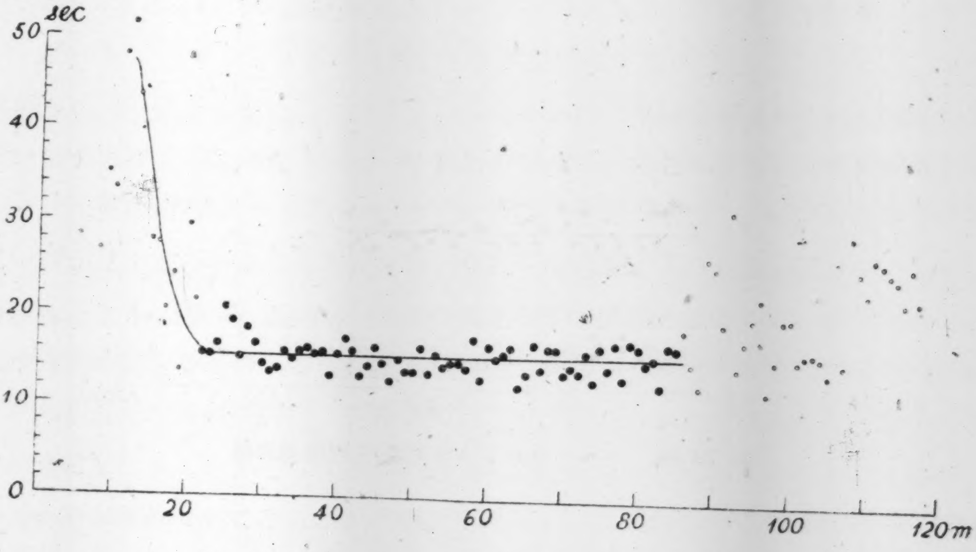


第19圖　セレベス北東地震平均週期曲線

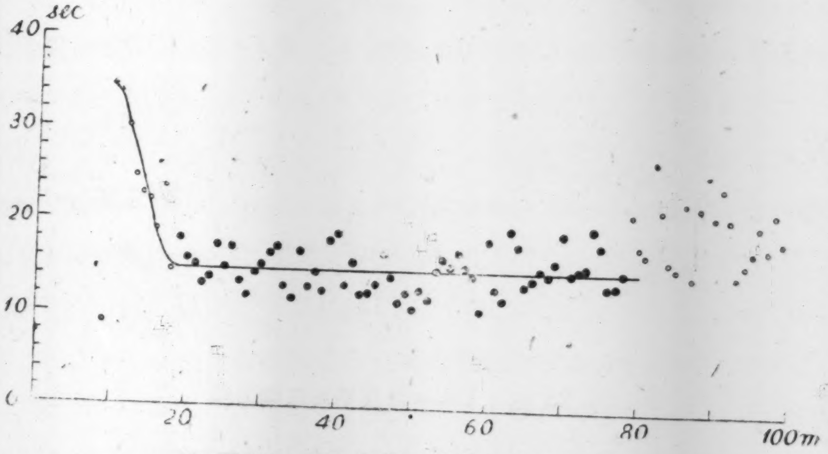


第 20 圖　セレベス地震平均週期曲線

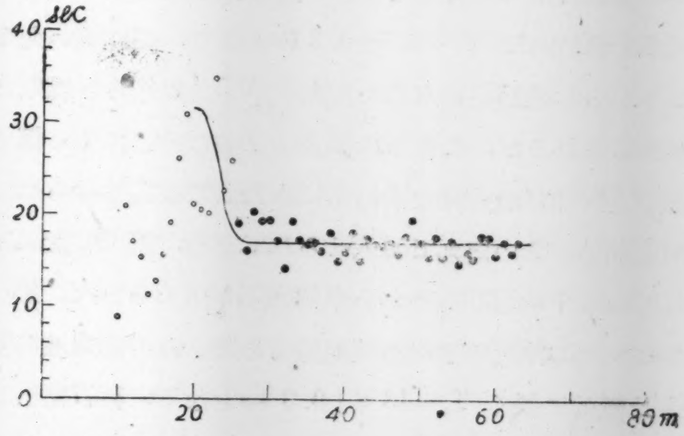
第 14 圖は奄美大島の地震の平均週期曲線である．東西成分に於ては表面波の發達が顯著ではないが，南北成分では第 30 分あたりに 30～40 秒の波が見られ，その後40分位までほぼ一様な平均週期を與へることが見られる．求められた卓越週期は東西成分9.6±0.1 秒，南北成分9.6±0.1秒となる．第 15 圖宮古島北々西沖の地震の平均週期曲線はPの始めより 90 分以上も求められてをり5～20 分の間では奄美大島の地



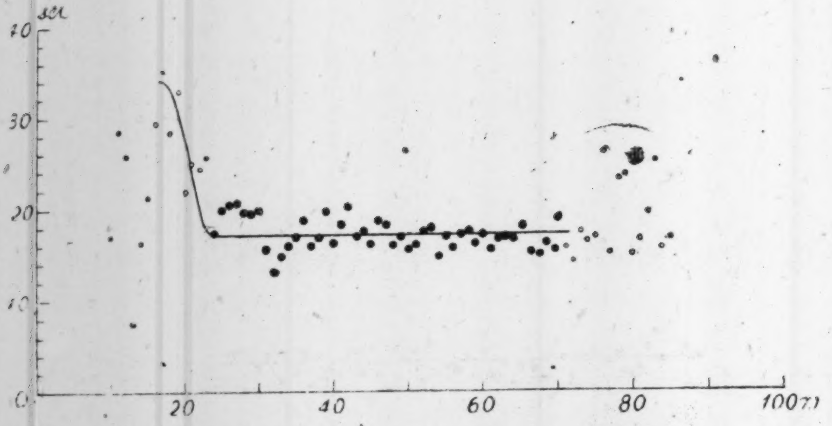
第 21 圖　ニューギニヤ地震平均週期曲線



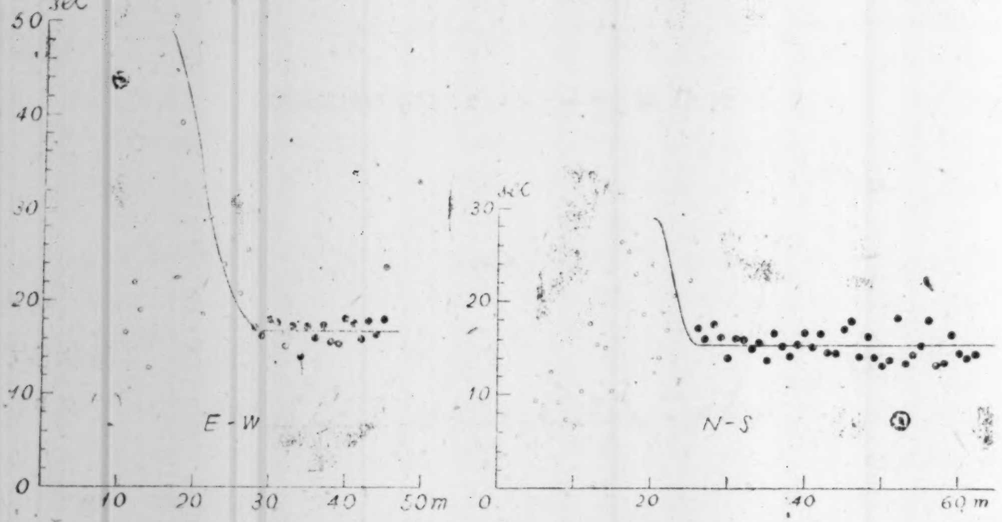
第 22 圖　バンダ海地震平均週期曲線



第 23 圖　ニューヘブライズ地震平均週期曲線



第 24 圖　ニューカレドニヤ地震平均週期曲線



第 25 圖　トルコ地震平均週期曲線

震に較べて更に顯著に表面波による極めて週期の長い波が優勢にあらはれてゐるのが認められる．第 20 分以後第 30 分までは各 1 分毎の平均週期は略々一様であり，この部分から卓越週期を求めれば $T_0=9.7\pm0.2$ 秒となる．圖に黒い丸で記入せられた平均週期の部分のみから卓越週期が求められた．第80分以後再び週期の長い波が現れてきてゐることが認められるが，これらの部分は s 波のあとにすぐ續いてあらはれる週期の長い波の部分と同樣卓越週期を求めるにあたつては除外せられてゐる部分であるので，その平均週期は小さい白丸で記入せられてゐる．第 16 圖以下に於ても之と同樣黑丸で示されてゐる平均週期のみから卓越週期が求められた．第 16 圖は震央距離△=4070 km のビルマの地震の平均週期曲線である．之の表面波の發達は顯著であり，總震動時間も比較的に長く $T_0=13.6\pm0.2$ 秒となる．第17圖上ビルマの地震の平均週期曲線では表面波の發達が不充分でほとんど認められない．總震動時間も比較

的に短く，求められた卓越週期 $T_0=12.4\pm0.5$ 秒となる．之より震央距離少しく小さく $\triangle=3580$ km のセレベス海の地震の平均週期曲線が第 18 圖にあげてある．之の平均週期も第 15 分以後極めて一樣であつて求められた卓越週期はビルマの地震のものよりは反つて長く $T_0=13.4\pm0.1$ 秒となつてゐる．之とほぼ等しい震央距離をもつセレベス北東の地震($\triangle=4110$ km)の平均週期曲線第 19 圖は，第 25 分近くまで週期の長い波が見えてゐるが，その後は略一樣な平均週期を與へ，卓越週期は $T_0=13.9\pm0.2$ 秒となる．第 20 圖はセレベスの地震の平均週期曲線である．此の地震では東西及び南北の兩成分について良好な記象が得られたので同圖Aに東西成分の地震記象より求められた平均週期曲線，同圖Bに南北成分のものがあげてある．兩者共に略々同一の性質を示すことが見られるが，第 90 分の近くから東西成分のものには再び週期の長い波が現れて來てゐるのが見られるに反し，南北成分のものではそれが缺けてをり，返つてこの部分以後は週期が短くなつてゐる傾向が見られる．前者にては第21分より第 88 分の間，後者にても第 23 分より第 88 分の間で卓越週期がもとめられた．求められた結果は東西 15.9 ± 0.2 秒，南北 15.1 ± 0.1 秒で兩者略々相似た値となる．

先の奄美大島の地震についても東西及び南北の兩成分より求められた卓越週期の値は全く合致してゐることが認められ，セレベスの地震の場合に求められた卓越週期の値も兩成分とも略々相等しい値となるのが見られたことは，地震の波が傳播してきた方向によつて地震動の尾部の卓越週期が異ることはないことを示すものであり，觀測點に對し震央の方位に關係せず卓越週期は一定の値をとることを示すものと考へ得る．第 21 圖はニューギニヤの地震の平均週期曲線である．第 20 分附近に長週期の波が見られ第 90 分頃に再び優勢な長週期の波が現れてきてゐることが顯著にあらはれてゐる．求められた卓越週期は $T_0=15.3\pm0.1$ 秒となる．之と震央距離略々等しく $\triangle=4590$ km のバンダ海の地震（第 22 圖）の平均週期曲線も全く同樣な性質を示し卓越週期はやや小さいが，$T_0=14.9\pm0.2$ 秒となる．震央距離大なるニューヘブライズの地震（$\triangle=6750$km）の平均週期曲線は總震動時間短く第 60 分まで週期の讀み取りが行はれたにすぎないが，第23圖に見るごとく卓越週期は $T_0=16.9\pm0.2$ 秒となり，之より更に震央距離大なるニューカレドニヤの地震（第 24 圖）に於ては第 70 分を少しく過ぎて後地球の優弧を傳播してきたと思はれる週期の長い波が現れてきてゐるのが認められる．卓越週期はニューヘブライズの地震のものより更に少しく長く $T_0=17.1\pm0.2$ 秒と求められる．トルコの地震はここに調べられた第 31 章の地震の中では最も大なる震央距離を有するものである．之の平均週期曲線は第 25 圖に見られるごとく東西成分に於ては長週期の波の發達も極めて顯著であり，平均週

期より尾部の卓越週期を求むれば $T_0=16.7\pm0.2$ 秒 となる．この値は南洋に震央をもつ上記の地震について得られてゐる卓越週期に較べればやや小さすぎるごとくである．併し，この地震の波は南洋の地震の場合のごとく海洋底を通つてきたのではなく大陸の下を通つてきたものである．大陸の下を通つてきた地震としては，ビルマ及び上ビルマの地震があるが，それらの卓越週期も之と相當する震央距離を有し海洋底を通つてきた地震による尾部の卓越週期と比較すれば大陸の下を通つてきたものの方が小さい値となることが認められる．此の傾向は Gutenberg[2] 及び Angenheister[3] により同じく氣付かれた所であるが，ここでは大陸の下を通つてきた地震の數が少ないので後の機會に再び論ずることとする．

§ 5.　卓越振動週期と震央距離との關係.

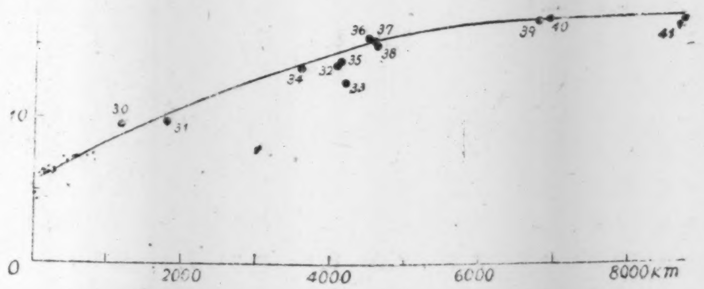
このやうにして，夫々の地震について求められた尾部の卓越振動週期の大きさは第Ⅳ表に示すごとくであり，之と震央距離との間の關係を圖示すれば第 26 圖のごとくなる．之等の表及び圖より明らかなごとく，尾部の卓越振動週期の大きさは夫々の震央距離に應じて變化してをり，震央距離の大なるもの程卓越週期も亦次第に大となつてゐる傾向が認められる．この性質は近地地震による地震動の尾部の卓越週期を調べた時に注意せられたことであり，第 26 圖に於て小さい黒丸で示されたものは第1章

第Ⅳ表　尾部の卓越振動週期

地震番號	震央距離	尾部卓越週期		頻度極大週期	卓越週期を求めた區間	
		東西成分	南北成分		東西成分	南北成分
	Km	秒 秒	秒 秒	秒	分 分	分 分
30	1170	9.6±0.1	9.6±0.1	9	7～35	5～42
31	1790	9.7±0.2	——	10	20～78	—
32	4070	13.6±0.2	——	—	21～54	—
33	4170	——	12.4±0.1	11	—	8～34
34	3580	13.4±0.1	——	14	19～54	—
35	4110	——	13.9±0.2	14	—	25—59
36	4470	15.9±0.2	15.3±0.1	16	21～88	23～88
37	4550	15.3±0.1	——	15	22～85	—
38	4590	14.9±0.2	——	16	19～78	—
39	6750	16.9±0.2	——	16	26～63	—
40	6900	17.1±0.2	——	17	24～70	—
41	8660	16.7±0.2	15.4±0.2	17	28～54	26～62

（3）　B. GUTENBERG, Phys. Zeit, **12** (1926).
（4）　G. ANGENHEISTER, N. Z. Jour. Sci. and Techn. **4** (1921), 209.

で調べられた之等近地地震の卓越週期を示すものである，この圖の示す所によれば，第3章遠地地震について認められた卓越週期と震央距離とをあらはす曲線は第1章に近地地震について得られた結果と矛盾することなく，近地地震のときに求めれた曲線の延長と考へて大差ない如くである．



第26圖　卓越振動週期と震央距離との關係

終りに，この調べを行ふにあたり終始御指導と御激勵とをいただいた萩原博士に深甚の謝意を表する次第である．尙文部省科學研究費に負ふ所大であり，當局に對し感謝する次第である．

第Ⅱ表　振　動　週　期

No. 30. S—W						No. 30. N—S								
第5	7.5	10.6	分	7.8	10.8	第5	分	•	8.9	12.3	•	•	14.1	第5
分	8.8	3.6	13.3	8.2	10.2	分	11.2	8.1	2.9	•	第30	8.2	•	分
12.6	7.7	9.8	7.5	7.8	9.6	1 .6	8.2	8.6	7.1	9.2	分	12.8	14.0	38.3
13.5	7.9	11.4	6.9	12.6	8.4	12.0	9.2	9.9	10.9	7.6	8.3	11.1	12.0	38.8
22.7	9.1	13.8	6.5	•	9.1	8.8	8.2	8.3	9.2	7.3	11 1	9.2	10.9	•
20.8	8.3	9.0	10.2	11.5	9.1	9.4	5.2	8.4	9.8	8.5	8.0	•		42.5
•	•	•	•	11.1	12.4	10.8	8.2	10.1	7.6	9.7	8.3	7.6		26.3
18.2	7.9	8.6	13.6	12.2	•	•	7.0	8.1	•	10.0	9.1	11.5		•
9.6	8.9	9.4	8.0	9.1	7.7	8.7	7.9	•	5.2	8.8	9.4	10.9		31.8
21.1	12.0	8.6	8.6	•	7.9	8.7	•	6.6	9.8	•	12.3	11.0		16.2
8.7	8.5	8.8	10.0	9.7	13.3	10.0	8.8	9.3	7.4	9.1	•	8.9		13.2
•	9.8	7.3	7.6	9.1	7.6	7.0	11.0	8.1	6.2	11.9	8.4	12.5		•
8.7	10.0	6.8	9.1	11.8	8.2	9.9	6.6	10.9	8.4	9.1	10.7	•		16.1
10.0	•	7.3	7.9	9.7	11.1	7.0	6.2	8.3	7.9	5.6	11.9	13.9		13.2
11.3	10.0	7.7	4.5	8.4	•	8.4	4.0	8.1	8.7	6.2	11.6	10.4		12.1
7.3	7.8	•	•	8.7	9.4	8.0	14.7	8.2	2.6	9.6	9.3	8.4		14.7
8.3	9.1	7.3	9.9	•	7.8	•	9.3	•	•	8.3	8.9	8.0		•
9.1	8.9	6.8	8.5	12.1	8.4	8.0	5.4	10.9	8.3	•	•	12.8		17.7
6.9	9.9	9.5	8.1	12.1	10.1	9.9	7.8	9.6	11.1	8.7	13.3	•		15.6
•	6.6	7.3	10.9	8.7	8.8	9.9	11.5	8.4	10.0	11.4	10.4	12.2		18.8
9.9	7.0	8.7	11.2	7.7	15.2	9.1	7.8	12.9	12.0	9.2	5.3	10.5		11.5
9.9	•	9.1	9.4	8.8	•	11.7	8.2	•	8.4	10.7	9.0	6.4		第10
5.3	9.5	9.7	•	7.5	11.8	8.8	7.2	5.8	8.4	11.6	10.1	10 1		分
8.5	7.0	•	8.4	7.3	14.5	•	6.6	8.6	9.6	10.9	6.1	•		18.5
7.2	9.3	7.7	7.8	•	13.5	7.7	•	7.4	•	•	•	11.2		19.6
8.7	9.5	11.3	7.5	8.5	10.8	8.2	8.4	8.6	9.8	9.3	8.0	11.2		17.9
8.1	7.6	13.5	8.6	9.1	9.5	7.7	5.9	6.4	3.6	10.2	9.0	11.2		•
•	3.7	7.3	5.7	7.9	•	8.6	8.4	8.3	5.1	10.9	9.2	11.2		8.4
12.1	8.5	8.0	5.8	8.7	10.0	6.8	7.2	7.0	4.0	7.4	12.1	10.4		12.9
7.9	9.6	9.7	20.3	8.2		8.7	10.3	•	4.9	11.8	6.7	13.7		17.6
4.4	•	•	•	9.0		10.1	7.8	8.8	10.0	11.0	11.9	•		9.0
10.7	8.3	8.2	9.7	8.8		•	9.8	4.8	3.4	8.0	6.7	12.6		9.7
6.8	8.1	9.3	9.1	•		9.5	•	10.7	8.8	•	•	8.6		16.1
9.8	7.0	11.4	10.6	第30		7.9	12.5	10.7	7.1	7.2	8.5	8.4		•
3.2	8.1	11.2	8.1	分		10.7	8.1	9.4	•	10.8	8.1	7.0		22.5
8.3	7.6	10.0	2.3	10.8		8.9	8.6	10.2	6.8	10.4	10.5	9.3		20.1
•	7.0	6.9	5.8	7.8		7.0	10.9	11.3	8.5	9.9	9.9	11.3		16.6
第10	5.6	8.8	9.2	10.8		14.4	7.6	•	12.0	1.1	7.0	•		•
分	7.0	•	6.6	7.8		•	9.4	第20	9.0	8.7	9.0	7.7		23.5
9.6	•	第20	•	•		第10	8.4	分	9.8	8.3	13.7	10.3		26.8

No. 31. E—W

•	10.2	11.9	11.0	•	9.1	9.2	7.0	10.2	10.5	11.2	11.2	14.5	8.7	14.2	第10
8.0	•	11.0	9.4	9.4	10.5	9.2	11.0	11.7	14.6	7.5	8.8	7.8	1 .0	15.7	分
8.2	第20	9.3	15.4	8.4	10.5	9.2	13.3	9.5	6.6	10.2	8.6	10.1	10.1	9.1	9.1
7.6	分	6.0	10.4	12.4	13.2	12.2	•	•	9.7	8.1	10.4	8.8	10.8	13.1	12.6
8.5	12.8	•	8.1	12.6	•	9.4	11.3	第60	8.0	7.4	8.6	•	13.5	•	10.7
8.5	9.0	9.3	•	12.3	9.0	•	8.8	分	15.0	•	9.7	12.6	•	8.3	9.1
18.1	7.1	8.3	8.4	•	15.0	14.1	8.8	8.3	•	8.1	•	8.8	13.5	8.8	7.0
•	13.0	11.8	8.1	7.7	10.6	5.9	13.5	8.0	8.7	9.3	10.0	15.1	9.7	9.7	6.1
7.6	7.2	7.5	9.7	8.7	9.6	13.3	15.9	14.2	9.0	16.3	9.3	7.1	9.7	10.3	13.5
8.5	15.4	8.0	8.1	18.9	10.4	9.2	•	10.1	9.7	9.2	9.1	12.0	9.7	7.5	•
8.7	•	16.0	8.5	10.1	•	10.0	9.6	8.2	21.8	9.8	7.2	7.6	5.1	9.5	7.4
10.0	10.6	•	14.4	6.6	9.8	10.0	8.8	8.5	10.9	•	9.0	•	15.3	•	8.6
10.1	11.8	9.3	7.7	•	8.2	•	9.8	•	•	9.0	12.4	11.4	第90	9.7	9.1
9.4	9.4	8.8	•	15.3	8.4	第50	11.5	9.0	18.4	9.6	•	14.0	分	12.4	8.6
•	16.3	13.3	12.6	8.9	7.9	分	11.2	9.3	7.4	12.0	13.1	13.8	15.3	19.7	10.0
10.1	7.4	9.6	12.9	7.1	11.8	9.7	9.3	8.8	12.8	11.1	12.1	19.3	14.0	8.1	5.6
6.9	8.4	8.6	7.7	7.5	10.2	11.1	•	9.1	8.8	9.2	9.7	•	21.9	9.4	23.5
7.1	•	7.6	10.5	12.4	•	11.2	8.8	8.2	7.1	14.4	13.9	14.2	10.3	•	•
9.7	7.4	•	9.5	6.9	17.1	8.8	10.9	15.4	11.2	•	14.3	9.2	•	7.8	25.2
8.5	7.7	8.9	•	9.3	8.4	8.2	9.3	•	11.2	10.5	•	10.4	8.5	12.4	24.1
8.8	8.2	8.6	9.0	第40	10.3	7.4	14.9	16.6	•	8.1	7.6	10.9	0.5	11.3	•
9.0	11.7	14.1	10.2	分	10.4	•	11.5	14.2	9.8	8.8	11.1	8.4	16.7	9.6	10.8
•	10.6	11.7	17.9	7.8	11.4	9.6	•	7.4	13.6	9.2	16.1	6.8	10.0	8.1	6.1
15.2	12.2	•	8.5	10.6	•	8.8	11.3	8.0	10.2	9.5	第80	8.9	9.8	12.3	9.1
15.0	•	17.2	8.3	10.4	10.4	7.9	13.7	13.8	7.0	10.1	分	•	8.7	•	8.8
16.9	8.5	8.9	12.4	9.0	7.9	8.3	7.6	•	9.0	•	8.6	7.2	•	12.1	6.9
7.6	8.8	8.3	•	9.1	14.2	7.2	8.3	11.1	9.2	11.7	7.8	16.2	8.7	24.4	13.7
13.0	8.3	6.2	16.6	8.2	8.8	12.2	9.1	8.3	•	9.0	8.3	15.7	7.5	9.3	•
•	9.6	12.3	8.5	9.1	7.3	9.0	15.3	8.3	9.2	8.0	7.5	8.6	24.6	7.0	26.7
13.5	8.1	3.3	8.7	•	8.6	•	•	7.2	9.9	9.4	13.9	11.4	16.8	16.3	40.4
8.3	10.4	第30	7.7	10.2	9.2	11.1	8.1	11.1	9.4	15.3	9.4	11.4	8.5	4.7	•
10.8	•	分	7.7	9.5	•	14.4	7.6	7.6	9.0	10.8	•	•	•	10.6	49.8
8.1	11.4	11.4	8.9	9.5	9.6	8.2	13.8	7.9	9.1	11.6	8.1	7.9	8.5	•	43.3
9.9	9.4	9.0	•	9.1	12.2	8.4	7.9	•	8.9	•	10.0	8.6	8.0	7.8	•
8.7	11.7	8.7	9.8	9.9	7.3	8.9	12.6	9.1	8.7	9.3	13.0	7.6	13.1	7.6	33.9
•	11.1	11.7	12.7	9.7	7.7	7.3	12.3	8.6	•	11.6	9.1	8.4	7.2	8.2	•
6.9	9.0	13.8	7.5	•	11.9	•	•	14.4	第70	9.0	10.3	9.3	10.1	•	31.3
8.5	•	8.4	7.6	8.5	9.7	8.9	10.7	7.9	分	7.7	13.2	16.9	9.1	8.2	22.1
15.0	12.9	•	8.9	8.5	•	10.1	11.0	13.3	8.0	13.1	•	•	•	7.8	•
14.1	13.7	7.6	12.7	9.1	10.5	9.6	10.3	•	9.4	•	7.9	8.7	10.3	7.8	21.2

(番號は第I表の地震番號，句點は1分毎の區切)　(1)

No. 32. E—W						No. 33. N—S				No. 34. E—W					
24.5	16.7	13.6	10.2	9.6	12.2	第10分	8.1	·	10.3	第10分	9.7	9.1	16.7	·	8.1
·	9.7	10.3	14.4	·	7.5		10.2	17.8	10.7		14.3	·	11.8	11.5	·
24.4	13.3	12.3	10.4	19.7	15.6	15.6	17.0	12.6	·	31.9	9.7	16.5	10.4	10.9	18.9
24.4	·	·	·	10.8	9.3	16.6	13.5	8.3	第30分	8.8	14.5	17.5	·	14.8	6.8
·	22.2	16.5	第40分	19.3	14.0	8.4	·	18.9		24.3	9.4	12.7	8.5	8.7	16.2
第20分	15.5	16.2		4.8	·	9.4	10.3	10.1	15.5	·	·	12.4	9.9	·	6.3
	8.7	10.8	10.9	·	15.5	11.0	9.8	10.0	10.2	26.9	13.7	·	11.2	13.4	10.9
24.0	11.8	9.8	15.8	17.1	12.0	·	9.6	·	12.2	19.2	9.8	8.0	16.6	8.3	10.4
18.6	9.7	8.3	15.4	8.8	12.7	15.3	10.5	10.9	16.2	·	10.3	10.7	16.5	10.5	·
13.9	8.9	11.1	17.0	8.6	16.0	16.8	8.9	12.0	12.9	16.8	12.8	10.4	·	13.8	6.7
29.0	·	·	·	15.6		11.5	17.6	16.3	·	20.1	11.9	11.0	17.5	11.0	11.6
·	9.2	11.3	11.7	16.3		12.9	·	10.8	14.5	17.2	10.0	12.6	12.7	10.7	14.8
14.3	11.0	12.0	16.8	6.9		11.9	10.4	8.9	13.6	16.4	·	19.7	9.8	第40分	17.3
16.1	8.1	13.3	10.0	·		·	10.9	·	10.9	·	第20分	·	9.0		·
14.3	13.3	11.8	16.3	17.6		8.7	14.9	10.5	9.0	21.8		18.3	9.6	7.5	15.8
·	12.2	·	·	11.8		13.5	14.2	11.5	11.3	15.7	12.3	12.1	·	11.3	11.7
14.4	10.7	16.7	13.9	11.4		12.1	11.8	9.6	·	6.4	10.5	10.7	18.5	13.0	8.7
10.2	·	16.9	10.1	17.3		13.9	·	13.3	8.8	17.9	14.6	10.1	13.3	14.5	7.9
10.2	13.8	15.4	13.8	·		7.3	10.8	17.5	10.6	·	15.3	11.3	9.9	·	15.8
9.6	14.0	12.7	12.3	第50分		·	11.8	·	9.3	12.8	·	·	10.3	18.8	·
14.9	10.1	6.3	12.0			14.1	14.6	9.0	11.9	10.4	13.5	11.1	8.8	17.2	17.6
·	12.3	·	·	19.3		15.3	12.1	14.1	19.1	21.5	14.8	14.7	·	12.2	12.9
9.0	·	15.5	19.6	11.9		10.7	11.2	15.0	·	25.4	13.8	14.7	11.5	9.8	13.5
10.3	第30分	17.3	17.5	11.4		8.0	·	11.5	11.5	·	17.9	11.3	13.0	7.4	9.7
14.0		14.2	13.7	8.7		13.7	第20分	10.6	11.3	16.0	·	14.5	[illegible]	·	14.7
12.1	14.0	8.1	12.0	·		·		·	11.7	17.3	11.6	·	10.9	15.1	·
13.8	9.6	·	·	16.6		8.3	14.6	8.0		11.8	10.1	11.3	10.9	17.2	9.4
·	15.8	9.3	11.3	13.4		13.5	11.8	14.7		·	13.8	12.0	·	13.3	15.6
12.8	13.1	16.5	17.6	3.9		7.1	13.1	16.0		13.2	12.8	13.0	9.9	10.6	8.6
16.6	9.9	13.5	17.8	8.8		13.4	16.8	10.0		14.7	15.4	12.1	14.3	·	16.5
11.6	·	5.0	·	6.5		10.8	·	·		7.6	·	14.2	12.7	15.5	8.1
7.5	16.4	·	16.5	13.2		11.3	16.0	17.6		9.3	17.1	第30分	9.1	8.3	·
10.5	11.3	10.7	14.0	·		·	13.7	9.8		14.9	15.6		14.6	19.2	第50分
·	7.0	8.5	18.2	9.9		10.4	10.9	12.4		·	8.6	9.7	·	10.6	
9.5	11.6	10.0	15.0	10.2		9.9	·	12.7		11.9	13.4	16.4	9.1	9.1	11.6
11.3	7.7	11.3	15.6	9.2		11.3	13.5	11.0		10.1	·	15.6	8.5	10.5	7.1
18.7	9.6	16.1	·	7.6		9.1	10.4	11.5		13.4	17.8	9.1	9.4	·	16.6
15.8	·	·	11.0	18.5		11.5	12.9	·		16.0	11.8	8.1	14.8	16.8	16.6
·	11.7	16.8	8.1	9.9		·	11.3	15.1		9.7	14.7	·	8.0	15.1	·
13.6	5.9	5.9	22.4	·		11.7	10.1	9.8		·	15.8	16.2	15.9	9.5	13.2

第 II 表　　振　動　週　期

	No. 35. N—S							No. 36. E—W						
18.0	第10	第20	14.5	9.9	18.8	7.1	·	第10	29.5	13.3	9.1	24.2	19.8	13.3
15.5	分	分	10.9	12.2	14.5	16.2	18.1	分	20.5	·	13.7	6.5	·	3.8
14.9	16.5	27.9	9.3	10.9	15.6	9.9	10.2	30.5	·	15.2	12.2	9.6	16.6	20.3
8.4	28.7	23.2	·	·	16.3	·	11.5	18.4	21.9	18.5	15.4	8.1	16.1	20.3
·	·	·	17.0	18.8	·	第50	11.5	·	14.9	15.0	·	·	14.8	16.7
9.0	26.5	17.9	13.7	9.6	13.9	分	11.4	12.6	15.7	·	14.9	17.7	13.1	·
13.1	·	14.9	13.3	14.4	13.4	10.6	·	42.4	5.9	第30	17.0	12.8	9.3	21.1
14.2	35.7	17.2	13.6	6.0	12.2	10.6	7.9	24.5	·	分	15.5	10.6	·	15.3
16.3	29.7	10.4	·	16.6	17.8	17.0	10.9	17.9	12.7	16.0	·	18.6	12.4	9.4
8.5	·	·	第30	·	·	9.4	14.6	·	23.7	20.8	15.5	·	10.8	第60
·	31.8	15.2	分	14.1	11.8	10.2	12.4	37.4	20.3	13.5	16.1	9.8	5.7	分
15.2	24.8	20.3	22.6	12.8	13.2	·	9.1	26.7	·	17.0	13.8	16.3	14.8	13.8
9.0	·	16.2	17.3	17.4	13.4	8.6	·	·	13.9	·	15.5	18.1	17.7	21.2
14.2	30.6	·	10.3	11.4	8.0	10.9	11.0	20.3	13.2	19.1	·	18.4	·	15.9
14.0	27.4	16.4	13.1	·	12.1	15.8	12.7	35.8	23.4	13.4	16.2	·	10.0	·
·	·	13.3	·	14.0	·	15.1	10.7	·	18.7	14.5	13.5	16.3	13.4	14.9
15.6	26.1	14.1	7.1	11.1	6.9	13.1	11.0	24.4	·	13.2	16.8	10.7	14.0	14.1
	17.3	18.1	11.0	12.4	10.8	·	12.1	·	12.2	·	12.0	12.3	19.3	17.9
	19.9	·	17.8	15.0	19.4	9.9	·	26.2	17.0	16.3	·	12.4	·	·
	·	19.9	11.3	7.4	10.2	15.0	17.3	27.1	17.3	12.2	第40	11.9	12.8	19.2
	15.9	25.5	·	·	·	12.0	14.7	·	15.6	15.2	分	·	10.5	10.4
	8.5	21.5	15.8	12.7	22.1	10.2		21.8	·	14.7	8.6	15.3	17.5	18.0
	10.8	·	12.1	10.4	14.8	11.5		21.0	13.2	·	12.2	13.0	18.3	19.2
	15.3	14.4	10.3	8.2	10.7	·		20.0	16.1	14.7	12.5	12.6	·	·
	·	10.0	12.1	15.7	8.4	10.7		·	10.2	8.2	13.7	14.3	10.8	7.7
	24.3	13.5	12.8	14.1	11.9	14.4		22.6	19.8	12.3	14.7	·	21.1	15.3
	13.5	18.8	·	·	·	17.8		24.2	·	11.7	9.8	15.3	18.8	8.9
	17.0	·	12.6	第40	13.2	10.5		21.4	16.9	17.8	·	17.1	17.0	20.9
	16.1	14.9	16.0	分	14.4	7.9		·	15.2	·	14.0	18.7	·	11.9
	·	11.8	15.1	16.0	12.6	·		19.0	6.3	13.8	17.1	10.2	10.5	·
	18.2	13.9	16.8	15.8	12.6	14.8		25.7	12.6	18.6	11.1	·	13.1	24.6
	20.2	·	·	16.4	17.5	17.0		·	·	11.9	3.9	19.0	18.7	19.1
	20.7	13.0	10.2	16.9	·	11.6		21.9	15.8	·	16.6	12.1	14.5	21.5
	·	9.5	16.7	·	10.9	13.2		19.7	14.9	19.1	·	13.4	·	·
	9.9	8.7	11.5	15.9	15.8	·		15.8	17.4	10.7	14.1	15.4	10.7	17.3
	11.0	16.7	19.7	18.5	17.4	10.5		8.8	17.0	9.4	17.1	·	11.2	18.6
	16.6	·	11.3	9.7	18.8	7.1		·	·	9.1	18.8	第50	15.6	11.9
	18.6	14.8	·	9.7	·	14.4		第20	19.0	·	·	分	16.2	8.3
	19.0	14.5	13.7	5.9	17.3	13.9		分	14.0	20.1	22.8	13.3	21.1	10.9
	·	6.7	10.9	·	15.5	13.1		14.9	17.9	7.5	14.9	15.9	·	·

(番號は第Ⅰ表の地震番號，句點は1分毎の區分) (2)

No. 36. E—W							No. 36. N—S							
14.0	19.5	·	21.3	18.8	9.5	7.6	第10分	19.6	·	16.0	15.0	19.7	15.3	12.9
10.9	16.7	17.8	24.3	10.5	·	12.6		24.2	13.0	17.7	18.1 20.0	17.4	·	11.7
12.0	·	23.8	·	15.7	17.8	·	29.5	18.9	7.2	·	·	18.3	14.7	15.0
16.4	15.6	·	第90分	12.5	10.2	32.5	22.5	·	11.3	15.0	17.3	·	20.4	10.8
13.7	11.0	18.8		·	17.7	30.7	37.1	第20分	15.2	10.7	10.3	17.4	15.4	·
·	15.6	12.4	18.2	23.2	·	24.7	·		·	20.0	11.7	19.4	第60分	10.8
12.9	18.1	16.1	25.5	25.8	第110分	·	14.5	20.9	21.2	17.4	14.1	18.9		12.0
14.4	·	·	10.1	·		23.3	31.6	20.9	3.5	10.4	10.5	·	11.5	14.4
15.7	13.6	16.5	13.1	第100分	20.7	25.7	17.8	8.9	13.2	·	7.6	18.6	10.1	18.9
·	9.1	11.9	·		23.2	·	13.8	8.9	·	14.9	·	14.1	16.3	·
20.0	9.1	14.0	16.6	21.1	20.2	35.1	17.8	·	第30分	13.7	14.3	14.6	15.7	16.8
13.9	10.1	7.7	12.5	12.5	·	31.1	34.6	21.5		13.5	12.4	17.8	12.5	13.7
19.9	16.3	·	2[illegible].4	23.1	10.9	·	8.5	20.2	11.0	·	14.3	·	·	18.1
20.3	23.6	20.0	·	·	15.7	24.9	·	17.5	21.4	16.2	17.9	8.8	10.3	14.8
·	·	13.9	23.2	29.9	20.5		8.2	14.9	11.2	11.2	19.7	21.9	13.3	·
16.3	11.0	23.9	30.1	26.0	19.2		5.3	·	14.1	17.6	·	10.7	17.5	13.4
16.0	9.6	14.1	21.7	30.1	39.7		22.1	17.3	·	15.7	10.6	13.9	15.4	16.6
11.0	7.4	19.3	·	17.0	·		·	21.8	14.3	8.1	8.6	·	·	11.8
11.0	21.5	15.2	31.0	23.0	17.1		16.3	28.1	16.5		17.1	12.9	22.4	12.0
·	·	·	10.9	·	13.9		38.1	·	·	第40分	15.0	16.3	12.7	·
第70分	12.5	14.3	·	26.4	31.0		·	17.7	15.3		3.2	17.2	14.1	第70分
	21.7	8.3	23.9	21.2	21.1		34.8	16.7	17.1	19.1	·	18.5	13.3	
13.5	8.9	25.6	21.7	15.5	11.1		23.2	19.2	18.0	17.9	12.2	·	·	13.6
13.5	·	13.4	19.3	·	32.3		·	·	17.4	9.5	15.2	9.1	17.2	19.9
7.4	26.4	·	14.5	24.0	·		26.7	19.0	·	16.1	15.3	8.9	10.7	11.9
17.7	16.9	17.8	·	13.5	21.0		21.4	16.7	14.8	·	10.4	9.3	8.8	13.7
16.2	16.0	20.0	22.9	21.4	28.2		17.8	10.9	14.9	13.1	·	19.4	17.1	·
·	14.2	18.5	12.8	·	·		·	18.7	14.5	19.7	15.9	15.8	·	11.1
23.7	·	·	14.9	·	24.4		23.2	·	·	12.4	17.6	·	18.3	9.9
14.5	18.7	10.4	9.1	19.0	33.6		26.6	10.9	19.4	12.0	12.1	9.1	18.9	12.4
15.7	13.4	15.6	·	·	12.7		24.9	16.9	17.2	14.4	14.8	13.4	11.6	11.5
·	17.0	18.9	18.4	18.0	·		·	18.7	12.6	13.4	12.0	16.3	8.5	14.9
7.8	19.8	15.3	16.2	13.9	28.5		3.2	·	16.6	·	·	12.9	·	·
11.6	·	·	13.6	16.5	15.6		24.0	17.1	·	11.0	8.0	·	14.3	13.8
10.0	第80分	8.8	·	13.4	·		20.0	17.4	17.4	13.0	18.4	17.9	15.6	10.9
13.9		16.3	14.9	·	18.0		·	·	16.8	14.7	10.5	11.9	16.6	13.0
9.3	14.7	12.5	32.3	12.1	18.0		23.0	23.1	13.3	12.4	15.1	·	13.1	12.9
·	15.4	7.5	13.3	16.9	18.7		21.6	12.3	14.8	·	第50分	13.1	9.5	15.8
16.7	14.1	21.3	9.3	13.4	·		20.7	18.3	·	15.7		15.1	·	·
20.1	16.7	·	·	10.7	21.4		·	16.2	15.1	12.3	11.3	13.1	10.7	12.4

第II表 振 動 週 期

No. 36. N—S								No. 37. E—W						
11.7	13.7	14.0	10.2	29.3	•	10.6	17.1	第10分	20.8	第30分	16.4	8.8	11.8	14.5
21.7	3.8	16.9	10.4	22.5	第110分	•	8.4		12.7		14.7	•	•	•
16.4	•	13.1	12.6	14.0		17.3	12.0	33.4	25.9	14.1	•	11.7	14.3	第60分
•	14.1	12.4	13.6	•	17.1	12.3	14.4	•	•	13.6	20.2	6.6	13.5	
11.6	23.0	•	13.1	14.0	13.5	10.4	•	48.1	16.2	15.9	15.3	9.0	8.5	14.8
13.6	13.9	10.2	•	13.4	11.0	14.0	9.6	•	8.8	12.2	14.0	19.4	15.5	12.9
11.9	•	12.7	16.5	11.2	10.0	11.6	7.2	51.4	18.7	15.5	13.7	21.8	•	19.3
15.2	15.5	11.2	15.3	16.1	15.4	•	10.6	•	12.0	•	13.6	•	14.2	17.6
•	18.8	13.5	9.1	•	•	8.1	11.1	52.5	16.6	7.2	•	12.0	15.3	•
15.9	16.3	•	16.1	13.4	15.6	10.0	7.7	21.1	•	10.8	16.6	9.5	19.2	19.2
20.3	14.6	第90分	•	16.4	14.0	10.1	10.0	•	13.7	13.7	8.1	14.2	11.6	16.5
15.1	•		10.7	10.9	13.2	11.2	•	29.5	12.6	18.5	15.4	18.9	•	11.8
17.3	13.4	16.1	18.3	11.7	14.4	•	11.1	50.6	18.6	11.4	12.2	•	9.3	8.8
•	11.7	13.1	14.5	•	•	第120分	11.1	34.8	•	•	7.1	11.1	16.1	•
9.8	6.0	14.2	•	15.9	10.8		11.4	•	19.1	16.9	第40分	14.2	15.1	21.3
12.2	16.0	15.7	16.2	11.1	18.9	10.1	13.0	26.7	20.9	10.8		8.9	14.6	13.5
11.6	16.0	13.5	14.9	13 2	7.3	10.1	17.3	24·3	12.0	13.5	17.1	10.6	•	12.2
12.7	•	•	14.8	9.4	12.6	14.1	•	31.5	8.3	12.6	16.1	15.4	15.9	9.2
•	13.2	15.2	13.8	13.3	•	11.4	14.7	•	15.4	•	11.0	•	10.4	19.4
13.7	12.4	11.5	•	•	11.6	12.7	18.7	27.4	•	12.1	16.5	17.8	11.2	10.2
18.4	13.8	10.8	10.5	12.1	10.1	•	13.7	•	18.2	11.0	•	10.5	16.4	•
10·1	10.6	12.9	13.2	10.0	•	11.4	11.4	18.3	17.8	13.1	13.8	14.7	17.0	12.1
18.7	•	10.3	12.2	15.3	13.3	16.6	•	21.9	24.4	21.8	15.8	15.5	•	17.7
•	11.2	•	19.3	11.9	16.9	12.9	11.4	20.2	•	•	19.3	•	15.9	19.8
12.3	13.9	12.2	•	•	9.5	11.5	11.4	•	19.4	17.4	19.1	15.3	16.0	10.9
10.6	14.0	13.0	第100分	11.5	14.5	16.2	10.2	26.6	12.1	12.9	•	13.7	12.5	•
18.0	18.8	17.6		13.3	9.7	•	13.3	21.2	22.8	13.6	11.6	10.0	•	6.5
16.9	10.2	17.3	12.9	13.1	•	10.4	12.0	•	•	15.3	17.6	14.3	18.2	17.5
•	•	•	12.5	11.2	12.5	11.5	•	18.1	14.8	•	17.3	•	11.6	11.2
14.3	16.6	15.1	12.0	12.5	8.4	8.7	12.0	10.7	17.8	14.8	•	第50分	12.5	10.9
15.1	17.0	13.8	10.6	•	12.6	9.8	12.0	3.5	11.5	14.3	20.2		12.8	8.0
10.5	10.8	16.2	18.8	10.2	•	16.4	13.9	12.0	•	17.3	13.2	16.2	•	•
11.2	8.7	12.1	•	12.7	10.5	•	11.2	14.6	20.7	16.5	9.0	8.9	15.9	10.3
19.3	16.3	•	13.3	19.1	10.9	10.9	9.9	12.9	17.7	•	8.5	12.0	16.3	14.6
•	•	7.9	10.7	8.6	12.5	13.5	•	•	15.6	14.8	7.9	11.7	17.1	10.3
第80分	21.3	13.3	18.7	•	12.1	10·3	第130分	第20分	•	17.5	10.6	16.6	19.8	12.3
	15.5	15.1	11.8	10.1	•	15.6			20.2	16.3	•	•	•	17.5
14.6	10.0	15.7	•	12.4	14.0	•	11.2	15.0	11.7	15.6	14.5	9.2	15.4	•
15.0	18.5	13.9	10.4	10.0	19.8	13.2	13.6	35.5	16.5	•	15.7	19.1	8.5	15.8
14.3	•	•	16.4	10.7	11.8	12.0	11.2	•	15.6	15.3	15.6	19.6	10.8	15.0

(番號は第Ⅰ表の地震番號，句點は1分毎の區切)　(4)

No. 37. E—W							No. 38. E—W							
19.3	•	18.2	13.9	12.9	12.2	27.2	第10	分	•	•	16.3	11.8	8.8	14.8
•	9.5	11.0	8.0	•	19.1	19.1	分	20.2	9.3	8.6	14.3	14.1	18.3	17.0
17.8	16.2	15.0	35.3	16.2	11.3	16.7	15.7	12.4	10.6	17.7	13.0	15.5	19.3	•
14.4	10.2	13.3	•	15.7	•		42.0	12.7	15.9	9.7	18.2	7.8	•	23.8
11.2	•	•	第90	14.8	29.6		•	16.2	12.0	22.2	•	10.4	19.2	7.6
14.6	21.5	19.1	分	•	27.3		44.0	•	9.1	•	13.0	第50	12.1	13.6
9.4	14.7	18.9	30.0	24.1	19.7		28.1	13.4	•	14.0	10.8	分	10.9	17.4
•	10.7	10.1	25.8	16.6	•		13.3	13.6	7.1	7.7	12.9	9.4	15.1	•
12.1	15.5	12.1	10.7	15.0	29.6		•	18.2	13.2	16.1	12.7	14.1	•	17.2
14.3	•	12.1	•	20.1	38.1		28.2	•	17.6	13.7	•	6.2	16.4	15.4
22.2	11.1	•	5.7	•	•		31.6	17.8	14.9	7.9	18.1	11.2	18.2	9.7
12.6	10.2	12.1	10.2	第10	30.9		•	15.8	•	•	8.3	11.7	13.0	12.3
18.1	22.8	9.3	11.5	0分	26.5		24.7	9.0	第30	11.7	9.6	8.3	13.6	7.4
13.9	12.6	14.0	8.2	17.7	•		24.9	7.4	分	8.4	8.6	•	9.9	•
16.0	•	9.8	27.2	21.2	29.1		•	12.0	17.6	7.6	13.3	8.5	•	13.9
•	19.3	14.8	•	19.9	19.3		25.0	10.4	12.4	20.0	10.2	13.0	10.9	11.4
第70	9.3	•	36.9	•	•		21.6	•	15.5	16.7	•	11.5	11.9	8.6
分	20.5	15.7	22.5	14.8	26.2		21.7	10.9	15.0	•	10.4	15.6	10.6	14.7
19.0	13.4	10.4	•	15.7	16.7		•	15.5	•	9.5	14.3	13.3	11.3	18.0
11.0	•	22.1	17.9	15.6	•		24.6	17.2	16.2	11.5	16.2	•	8.1	•
7.7	15.9	14.6	7.6	•	21.9		19.4	7.6	20.0	15.5	11.5	14.6	•	8.2
11.0	15.4	•	11.5	15.1	30.0		•	•	16.4	12.4	13.7	8.9	第60	13.8
13.7	8.4	8.2	16.4	10.2	•		18.5	13.4	12.4	12.0	•	7.4	分	12.0
•	13.3	19.8	•	7.8	30.0		21.0	17.8	•	•	5.1	8.4	16.9	20.7
19.1	8.8	•	17.0	20.5	35.3		17.5	19.0	17.3	16.7	10.3	15.0	16.1	•
11.5	•	17.3	21.2	18.8	•		•	18.0	17.1	17.9	17.7	•	23.7	15.7
17.1	11.4	22.0	9.4	•	32.6		25.7	•	17.1	19.1	21.6	24.1	12.5	18.7
8.2	9.1	10.2	•	17.7	22.4		18.4	16.9	•	•	•	29.3	•	10.6
8.6	28.7	18.3	20.1	11.5	18.5		25.7	17.9	14.9	第40	21.7	15.1	17.0	7.7
•	6.3	•	21.1	20.0	•		•	9.5	11.9	分	11.4	•	11.5	•
13.5	11.0	16.9	21.5	8.5	26.6		18.5	13.1	8.5	17.4	9.9	14.4	6.0	15.3
15.0	•	16.9	•	8.1	21.6		13.3	•	9.2	18.6	10.9	14.8	13.9	18.6
13.2	第80	20.5	17.5	8.8	•		9.5	11.3	16.9	20.0	8.9	20.2	14.7	17.2
15.7	分	5.2	26.1	4.2	25.1		14.3	20.5	12.7	•	•	13.5	•	9.1
9.9	11.6	•	20.3	•	20.7		•	•	•	12.8	6.6	•	14.8	•
•	23.3	18.2	•	19.4	18.4		19.6	12.2	9.1	10.3	9.8	17.1	9.8	第70
16.5	14.4	18.3	12.2	15.3	•		19.8	15.7	10.9	13.0	16.3	17.6	11.5	分
17.4	9.9	9.0	12.7	18.5	19.5		15.9	8.7	14.4	13.5	9.0	15.6	10.1	16.9
15.0	9.2	10.6	8.0	•	29.8		16.1	17.0	13.6	15.6	10.5	9.6	•	18.3
14.7	•	•	12.1	10.7	•		第20	9.0	8.2	•	•	•	23.8	21.3

第Ⅱ表 振動週期

No. 38. E—W				No. 39. E—W							No. 40. E—W			
•	•	11.5	19.7	第10分	•	15.3	17.7	16.5	•	第60分	第10分	•	21.9	18.6
18.3	27.6	•	•		11.2	•	18.0	17.2	19.8			28.3	16.5	13.2
10.4	11.5	16.8	19.9	8.2	6.1	17.2	•	•	16.8	15.3	7.4	•	19.3	14.9
17.0	18.0	20.9	19.3	7.7	13.3	16.8	13.7	13.0	16.6	15.3	9.0	32.8	第30分	•
14.1	第80分	26.7	10.8	11.2	38.7	13.1	17.7	17.7	16.6	15.0	8.2	第20分		15.6
17.8		•	•	6.9	•	16.0	19.3	18.5	•	16.3	7.9		24.4	16.8
•	22.0	24.0	24.5	10.5	25.9	•	16.1	•	15.4	•	25.4	22.5	18.3	19.5
16.3	12.4	27.7	22.5	7.7	25.8	21.9	•	15.0	12.3	17.5	•	20.8	18.3	14.3
13.2	15.8	•	16.2	6.9	•	20.3	16.1	17.5	18.1	11.7	19.1	21.7	16.6	•
15.8	•	第90分	•	•	31.0	18.1	13.4	17.6	14.2	19.4	30.3	•	•	20.5
•	23.3		16.6	20.3	30.3	•	18.2	15.9	•	•	32.1	26.5	17.3	19.7
15.0	13.6	20.7	20.5	16.3	•	18.8	•	•	14.8	19.8	•	23.0	17.3	18.5
13.9	14.2	24.2	20.5	24.4	第20分	20.0	19.8	16.1	19.6	11.1	30.6	•	13.7	第40分
16.4	10.7	17.4	15.6	•		18.8	17.7	20.1	16.5	14.0	25.5	24.8	13.1	
16.7	•	•		14.0	19.2	•	14.9	15.9	•	16.0	7.8	25.0	•	16.6
•	24.3	16.9		19.1	21.5	第30分	18.7	14.6	15.0	•	•	22.7	13.3	14.7
26.2	27.9	19.6		•	22.1		•	•	13.7	18.6	7.5	•	11.3	17.2
11.1	28.8	31.2		8.4	•	20.1	14.1	14.6	14.9	15.2	7.3	25.0	13.3	15.8
13.8	•	•		14.0	21.6	17.1	14.7	12.7	14.8		7.8	26.3	16.2	•
•	23.0	22.7		13.1	19.4	20.5	15.0	18.5	•		3.3	•	9.1	17.7
24.5	25.4	20.3		12.0	•	•	15.5	•	14.8		8.2	18.7	•	18.8
9.4	11.0	19.8		12.3	29.1	17.0	•	18.0	17.2		7.5	14.7	15.6	18.0
17.0	•	•		•	14.2	16.6	第40分	16.1	13.9		7.5	14.0	16.1	•
13.1	13.2	2.7		12.0	6.6	19.0		19.2	16.9		8.0	20.4	15.7	23.1
17.0	16.6	11.3		8.7	6.6	13.9	15.3	16.5	•		•	•	10.3	18.9
•	18.6	11.5		11.0	•	•	15.7	•	13.6		7.8	19.1	•	21.4
14.7	•	18.4		13.5	46.9	17.2	15.9	16.5	17.4		11.6	21.4	13.1	5.3
14.2	20.1	17.3		9.7	16.9	17.8	16.7	23.0	14.2		4.7	18.9	7.8	•
11.5	12.2	•		10.3	11.0	16.2	•	17.6	14.2		6.8	•	19.1	15.9
13.1	15.3	16.7		•	•	•	18.2	•	15.2		25.5	21.9	17.7	16.9
•	16.3	18.3		12.0	22.2	19.5	18.5	第50分	•		•	18.6	•	17.6
12.4	10.5	11.3		15.1	19.8	20.1	17.3		18.4		16.9	•	18.8	•
12.1	•	•		12.0	25.0	17.7	•	16.9	13.7		26.3	21.0	11.8	16.2
12.6	18.0	19.0		4.0	•	•	16.0	19.1	19.4		18.0	22.8	18.1	18.1
16.4	25.7	18.4		13.4	19.9	17.2	12.2	13.8	•		•	16.8	•	15.7
•	•	14.4		•	25.0	15.5	13.5	17.2	21.3		25.9	•	16.8	19.0
12.2	14.9	•		11.4	19.6	20.0	16.9	•	15.7		13.0	20.9	17.3	•
12.1	3.0	26.3		9.3	•	15.4	•	14.8	15.3		37.5	17.4	19.5	16.6
15.4	16.6	15.7		16.5	21.2	•	19.1	18.3	16.6		•	20.4	20.5	14.4
18.3	16.6	14.4		16.3	19.4	14.1	16.8	11.8	•		35.1	•	•	16.8

(番號は第I表の地震番號，句點は1分毎の區切)　(4)

No. 37. E—W							No. 38. E—W							
19.3	·	18.2	13.9	12.9	12.2	27.2	第10	分	·	·	16.3	11.8	8.8	14.8
·	9.5	11.0	8.0	·	19.1	19.1	分	20.2	9.3	8.6	14.3	14.1	18.3	17.0
17.8	16.2	15.0	35.3	16.2	11.3	16.7	15.7	12.4	10.6	17.7	13.0	15.5	19.3	·
14.4	10.2	13.3	·	15.7	·		42.0	12.7	15.9	9.7	18.2	7.8	·	23.8
11.2	·	·	第90	14.8	29.6		·	16.2	12.0	22.2	·	10.4	19.2	7.6
14.6	21.5	19.1	分	·	27.3		44.0	·	9.1	·	13.0	第50	12.1	13.6
9.4	14.7	18.9	30.0	24.1	19.7		28.1	13.4	·	14.0	10.8	分	10.9	17.4
·	10.7	10.1	25.8	16.6	·		13.3	13.6	7.1	7.7	12.9	9.4	15.1	·
12.1	15.5	12.1	10.7	15.0	29.6		·	18.2	13.2	16.1	12.7	14.1	·	17.2
14.3	·	12.1	·	20.1	38.1		28.2	·	17.6	13.7	·	6.2	16.4	15.4
22.2	11.1	·	5.7	·	·		31.6	17.8	14.9	7.9	18.1	11.2	18.2	9.7
12.6	10.2	12.1	10.2	第10	30.9		·	15.8	·	·	8.3	11.7	13.0	12.3
18.1	22.8	9.3	11.5	0分	26.5		24.7	9.0	第30	11.7	9.6	8.3	13.6	7.4
13.9	12.6	14.0	8.2	17.7	·		24.9	7.4	分	8.4	8.6	·	9.9	·
16.0	·	9.8	27.2	21.2	29.1		·	12.0	17.6	7.6	13.3	8.5	·	13.9
·	19.3	14.8	·	19.9	19.3		25.0	10.4	12.4	20.0	10.2	13.0	10.9	11.4
第70	9.3	·	36.9	·	·		21.6	·	15.5	16.7	·	11.5	11.9	8.6
分	20.5	15.7	22.5	14.8	26.2		21.7	10.9	15.0	·	10.4	15.6	10.6	14.7
19.0	13.4	10.4	·	15.7	16.7		·	15.5	·	9.5	14.3	13.3	11.3	18.0
11.0	·	22.1	17.9	15.6	·		24.6	17.2	16.2	11.5	16.2	·	8.1	·
7.7	15.9	14.6	7.6	·	21.9		19.4	7.6	20.0	15.5	11.5	14.6	·	8.2
11.0	15.4	·	11.5	15.1	30.0		·	·	16.4	12.4	13.7	8.9	第60	13.8
13.7	8.4	8.2	16.4	10.2	·		18.5	13.4	12.4	12.0	·	7.4	分	12.0
·	13.3	19.8	·	7.8	30.0		21.0	17.8	·	·	5.1	8.4	16.9	20.7
19.1	8.8	·	17.0	20.5	35.3		17.5	19.0	17.3	16.7	10.3	15.0	16.1	·
11.5	·	17.3	21.2	18.8	·		·	18.0	17.1	17.9	17.7	·	23.7	15.7
17.1	11.4	22.0	9.4	·	32.6		25.7	·	17.1	19.1	21.6	24.1	12.5	18.7
8.2	9.1	10.2	·	17.7	22.4		18.4	16.9	·	·	·	29.3	·	10.6
8.6	28.7	18.3	20.1	11.5	18.5		25.7	17.9	14.9	第40	21.7	15.1	17.0	7.7
·	6.3	·	21.1	20.0	·		·	9.5	11.9	分	11.4	·	11.5	·
13.5	11.0	16.9	21.5	8.5	26.6		18.5	13.1	8.5	17.4	9.9	14.4	6.0	15.3
15.0	·	16.9	·	8.1	21.6		13.3	·	9.2	18.6	10.9	14.8	13.9	18.6
13.2	第80	20.5	17.5	8.8	·		9.5	11.3	16.9	20.0	8.9	20.2	14.7	17.2
15.7	分	5.2	26.1	4.2	25.1		14.3	20.5	12.7	·	·	13.5	·	9.1
9.9	11.6	·	20.3	·	20.7		·	·	·	12.8	6.6	·	14.8	·
·	23.3	18.2	·	19.4	18.4		19.6	12.2	9.1	10.3	9.8	17.1	9.8	第70
16.5	14.4	18.3	12.2	15.3	·		19.8	15.7	10.9	13.0	16.3	17.6	11.5	分
17.4	9.9	9.0	12.7	18.5	19.5		15.9	8.7	14.4	13.5	9.0	15.6	10.1	16.9
15.0	9.2	10.6	8.0	·	29.8		16.1	17.0	13.6	15.6	10.5	9.6	·	18.3
14.7	·	·	12.1	10.7	·		第20	9.0	8.2	·	·	·	23.8	21.3

第 II 表 振 動 週 期

No. 38. E—W				No. 39. E—W							No. 40. E—W			
・	・	11.5	19.7	第10分	・	15.3	17.7	16.5	・	第60分	第10分	・	21.9	18.6
18.3	27.6	・	・		11.2	・	18.0	17.2	19.8			28.3	16.5	13.2
10.4	11.5	16.8	19.9	8.2	6.1	17.2	・	・	16.8	15.3	7.4	・	19.3	14.9
17.0	18.0	20.9	19.3	7.7	13.3	16.8	13.7	13.0	16.6	15.3	9.0	32.8	第30分	・
14.1	第80分	26.7	10.8	11.2	38.7	13.1	17.7	17.7	16.6	15.0	8.2	第20分		15
17.8		・	・	6.9	・	16.0	19.3	18.5	・	16.3	7.9		24.4	
・	22.0	24.0	24.5	10.5	25.9	・	16.1	・	15.4	・	25.4	22.5	18	
16.3	12.4	27.7	22.5	7.7	25.8	21.9	・	15.0	12.3	17.5	・	20.8		
13.2	15.8	・	16.2	6.9	・	20.3	16.1	17.5	18.1	11.7	19.1	21		
15.8	・	第90分	・	・	31.0	18.1	13.4	17.6	14.2	19.4	30.3			
・	23.3		16.6	20.3	30.3	・	18.2	15.9	・	・	32			
15.0	13.6	20.7	20.5	16.3	・	18.8	・	・	14.8	19.8				
13.9	14.2	24.2	20.5	24.4	第20分	20.0	19.8	16.1	19.6	11				
16.4	10.7	17.4	15.6	・		18.8	17.7	20.1	16.5					
16.7	・	・		14.0	19.2	・	14.9	15.9						
・	24.3	16.9		19.1	21.5	第30分	18.7	14.6						
26.2	27.9	19.6		・	22.1		・							
11.1	28.8	31.2		8.4	・	20.1	14.1							
13.8	・	・		14.0	21.6	17.1	14							
・	23.0	22.7		13.1	19.4	20.5								
24.5	25.4	20.3		12.0	・									
9.4	11.0	19.8		12.3	29.1									
17.0	・	・		・	14									
13.1	13.2	2.7		12.0										
17.0	16.6	11.3		8.7										
・	18.6	11.5		0										
14.7	・	18.4		・										
14.2	20.1	17.3	16.6											
11.5	12.2	・	14.4											
13.1	15.3		16.8											
・	16													
12.4														
12														
1														
12														
15.4														
18.3	1													

（番號は… …點は1分毎の區切） （5）

No. 40, E—W					No. 41, E—W					No. 42, N—S				
•	14.1	14.1	12.5	18.3	第10分	•	第30分	•	16.9	第10分	•	11.2	•	17.5
16.8	16.1	17.9	•	26.2		第20分		18.5			22.8	14.0	17.2	17.8
17.1	15.6	•	16.9	•	6.1		16.3	14.7		14.7	27.0	•	12.2	•
21.4	12.2	15.5	13.2	32.1	1.8	37.0	16.5	12.4		7.1	•	9.2	16.4	15.4
18.7	•	14.8	17.8	20.5	2.5	33.2	15.6	4.6		7.1	26.6	14.1	•	12.4
•	11.7	18.8	14.1	17.7	3.3	11.9	21.4	18.3		7.3	13.4	19.3	14.2	17.3
19.2	18.8	17.2	•	16.8	5.0	•	•	•		7.3	24.3	17.5	12.1	13.9
17.6	14.9	•	19.8	•	3.5	14.1	19.8	18.0		5.3	•	•	11.5	12.4
17.0	19.6	15.7	14.6	第80分	5.5	22.4	19.2	14.3		9.7	13.2	15.3	16.1	•
•	•	13.8	8.1		10.9	16.9	16.2	14.1		6.9	16.8	17.7	•	16.9
16.7	17.1	17.4	8.4	9.0	•	•	13.8	14.1		•	23.0	19.2	16.9	13.4
16.2	14.8	18.4	12.1	19.9	5.4	27.8	•	•		8.3	•	•	18.0	13.6
14.7	14.8	•	•	10.8	6.4	30.0	13.3	第40分		12.9	第20分	19.2	17.0	13.2
•	•	13.8	16.8	12.1	11.8	•	14.9			9.2		4.9	14.1	•
18.6	16.9	20.6	24.6	13.4	13.0	40.2	11.6	18.9		12.5	22.3	15.1	•	17.9
17.2	18.0	17.5	13.5	•	23.6	22.5	19.1	15.6		11.5	24.6	17.3	14.1	15.3
16.0	18.3	•	9.6	17.3	•	•	•	18.4		7.8	25.2	15.7	12.0	18.8
14.0	14.5	14.8	7.8	14.4	25.2	24.0	17.6	18.9		6.2	•	•	14.0	16.0
•	•	12.5	19.1	18.3	18.6	23.5	18.6	•		•	15.4	第30分	19.2	•
第50分	16.5	15.5	•	15.7	20.6	•	15.0	15.4		20.7	13.6		•	20.8
	19.1	17.1	12.1	•	•	27.4	•	9.4		19.2	12.5	16.1	15.9	18.5
15.4	16.4	•	16.1	17.5	17.9	23.0	11.3	20.4		15.2	13.8	12.0	14.7	11.6
15.6	•	15.6	19.5	15.1	19.3	28.0	11.2	20.2		13.3	•	13.4	14.3	•
15.6	19.4	16.4	•	23.8	20.1	•	17.9	•		•	19.8	14.0	10.8	13.9
14.5	14.6	12.8	20.0	•	•	23.3	14.9	20.2		12.7	9.7	•	•	13.9
•	11.6	•	17.8	34.3	14.1	19.1	12.4	11.9		16.5	17.3	19.5	14.5	12.4
16.3	16.7	14.1	11.6	13.7	11.1	18.9	•	8.0		16.5	•	14.6	16.8	15.5
16.1	第60分	13.2	14.8	14.0	12.2	•	12.5	17.2		•	16.3	15.2	11.8	14.7
13.3		13.3	•	•	•	20.8	20.8	•		15.6	11.4	13.4	17.1	•
17.3	18.8	18.5	16 4	13.0	34.5	25.0	17.3	18.6		14.2	25.5	•	第40分	17.0
•	13.4	20.2	33.7	20.5	54.0	•	16.5	17.1		15.0	22.8	16.4		15.1
17.4	16.9	•	17.2	13.6	•	16.8	•	17.5		15.3	•	15.4	10.8	15.1
14.8	18.0	15.5	28.3	12.2	52.3	17.1	10.6	•		•	30.6	15.0	19.9	21.7
19.3	•	17.5	15.7	•	•	18.4	6.1	15.8		13.0	28.3	16.8	•	•
•	13.3	13.6	•	14.3	50.5	15.4	19.5	18.0		7.3	•	•	12.0	12.3
16.1	16.8	14.3	12.5	11.5	•	•	18.5	15.9		8.8	22.5	15.0	16.5	15.1
15.3	14.3	第70分	19.1	14.3	40.9	14.6	•	16.2		•	22.0	14.5	15.9	14.4
16.6	16.7		13.0	21.8	37.3	17.2	16.1	•		8.6	•	13.7	•	•
21.7	•	14.5	13.9		•	16.3	17.5	16.9		27.4	23.6	15.8	15.9	第50分
•	17.5	24.5	•		35.7	•	18.1	19.7		30.6	14.4	15.4	14.3	

第 II 表 地 震 週 期

10.6	12.0
9.3	14.9
12.1	•
17.4	15.5
•	19.1
13.9	13.9
11.9	•
13.4	第60
15.4	分
13.4	15.3
•	15.0
21.2	14.8
13.8	13.1
•	13.7
12.8	•
10.2	16.6
11.2	10.3
14.8	14.3
15.8	12.8
•	•
15.5	12.2
14.6	10.4
13.4	11.6
13.2	19.4
•	
14.4	
16.3	
12.0	
17.3	
•	
18.0	
•	
14.1	
13.7	
13.2	
11.4	
•	
12.6	
14.9	
11.8	

(番號は第I表の地震番號，句點は1分毎の區切)　(5)

14. *On the Coda Wave of Earthquake Motions. (Part 2)*

By Shun'itirô OMOTE,

Earthpuake Research Institute.

In Part 1 the author investigated the coda periods of the earthquakes whose epicentral distances are less than 1,000 kilometres, and showed that, the nearer the epicentres are, the shorter the predominant perieods, and the greater the distances, the longer the periods. In this Part 2, we have investigated the coda periods of the earthquake motions, with reference to twelve distant earthquakes whose epicentral distances are greater than 1,000 km but less than 10,000 km, on the bases of the seismograms recorded by the same seismograph that was used in investigating the coda periods of near earthquakes, its free oscillation period having been throughout kept up at about sixty seconds.

The frequency distribution curves of different periods of coda waves are given in Figs. 2~13. In preparing these figures the relative freqnency Np has been used, the definition of which is given in the previons paper. The peaks of the frequency diagrams are not sharp enough to enable one to determine the predominant periods of the coda waves. Therefore, the mean period To of every one minute of coda waves has been determined with each of the 12 earthquakes in the same way as in the previous report, and the result obtained is given in Figs. 14~25. These mean peiod curves of distant earthruakes differ from those of the near ones in that the S waves are immediately followed up by surface waves with extremely long periods and large amplitudes. In the earthquakes now under consideration which happened in the South Seas regions these large waves appeared about ten minutes after the commencement of the P waves and lasted some ten minutes or so.

After the large waves died away the vibration periods of the earthquake motions usually became almost uniform and remained so during the interval of 30 to 60 minutes or longer. These uniform waves, however, are followed up again by large waves of long period, which are presumably the Love and Rayleigh waves propagated along major arc of the earth's surface.

It will be clearly seen from the mean period curves in Figs. 14~25 that, so far as a single earthquake is concerned, the mean period of one minutte has an almost uniform value at any stage in the entire duration of the coda waves, while on the other hand it will also be clear from the fre-

quency curves in Figs. 2～13 that waves with periods of approximately the same value as this uniform value actually exist in a large number in the coda waves so that we can safely take this uniform value of period as the predominant period of the coda waves of the respective earthquake motions.

In the case of the Amami-Oosima earthquake of April 23, 1936, suitable seismograms were obtained concerning both the east-west and north-south components. The mean period curves obtained from the respective seismograms of the two components fairly alike, and the predominant periods deduced from them have almost the same value. In the case of the Celebes earthquake of May 20, 1936 also, as in the case of the Amami-Oosima earthquake, the predominant period calculated from the E—W component was almost equal to that calculated from the N—S component. From this we can reasonably conclude that the value of the coda period of the earthquake motions will never be affected by the directions from which the waves reach the observing station. In other words the azimuth of the epicentre has nothing to do with the length of the coda period.

The predominant periods of the coda waves determined with the twelve distant earthquakes are tabulated in Table III. The relation between the predominant periods and epicentral distances are shown in Fig. 26. From this it will be clear that, the greater the epicentral distances are, the longer are periods predominant, and the smaller the distances, the shorter the peridds, a fact which perfectly agrees with the result of the investigations of near earthquakes. It will be seen from this curve, however, that as the epicentral distance increases, the predominant periods does not increase at the same ratio, and it seems probable that the predominant period of an extremely distant earthquake approaches a certain definite value, which marks the limit of the increase.

15. 土壤中に於ける衝撃波の傳播——短週期彈性波の實驗（其の2）

地震研究所　岸上冬彦
岩間和夫

（昭和18年1月21日發表——昭和19年1月20日受理）

彈性波の實驗的研究には，定常波に關するものが多く，衝擊波に關するものしとては傳播速度を求めたものはあつても，その性質を調べたものは少ない.

井上宇胤・木村隼の兩氏[1]は，重量 15 kg の鐵の圓壔を 70 cm の高さから地表又は地表に掘つた穴の上に落し，その時に生ずる周期 0.025 秒の地動の初動方向分布を調べ，又石本，那須・兩氏[2]は杭打によつて生ずる地動の性質を調査された．振動計の震原からの距離は前者では 0.5—2.5 m，後者では 8.5—28.5 m であつた.

筆者も重錘の落下による地動を調べたが，現在理論的の研究では不十分と思はれる震原の近くにおける振動の性質を知るのを主なる目標とした.

測定裝置

地動を記錄するには，波江野清藏氏の考案された上下動の檢震器 U 型，自已周期 0.2 秒，電磁臨界制振のものを用ひ，增幅器は筆者等の作つたものを使つた．交流電源を用ひる時は，既に發表したもので眞空管には五極管 57 と三極管 56 とを使つた[3]が，今回の實驗では蓄電池及び乾電池があつたから，交流ハムのはいり易い交流は用ひなかつた．そして眞空管を纖條加熱電壓 6.3 V 級のものとして，交流 2.5 V 用の 57，56 に相當する 6 V 用の 6D6 と 76 とに代へた抵抗增幅回路とした．增幅回路としては前述のものと殆ど變らない．これは振動數 20 から 100 までは感度が殆ど一定であることは實驗でも確めた.

記錄するには，橫河電機製作所製の電磁オシログラフ N-3 型を用ひ，その振動子にはH型を使つた．H型振動子は感度高く $7.5\cdot10^{-5}$Amp/mm，固有周期は 1/1000 秒で振動數 0 から 500 までの間は一定の感度である.

以上の裝置によれば，得られた記錄について考へるに，衝擊波の周期が凡そ 0.05—0.001 秒であつたから，周期に關しては記錄をその儘信用してもよいが振幅は上下

---

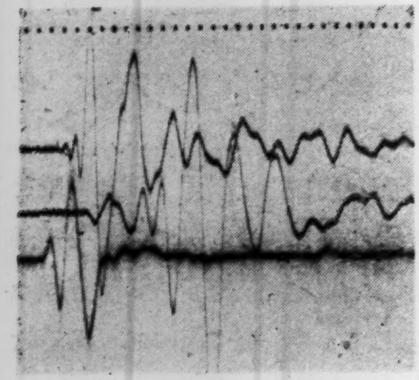
1) 井上宇胤・木村隼　地震研究所彙報 13 (1935), 174—197.
2) 石本巳四雄・那須信治「本省廳舍敷地における杭打ちによる地面の振動調查」鐵道省土質調查委員會報告 第4輯 (1936), 150—153.
3) 岸上多彥・矢橋悳太郎「交流電源による彈性波實驗用增幅器」地震 14(1942), 144—148.

動の速度に比例したものであつて，此に關しては複雑な補正をしなければならない．殊に眞空管は實驗する時の電池の電壓，氣溫，其の他の狀態によつて，必ずしも常に一定の增幅率をもたない．實驗の度毎に絕對的の倍率を知ることは，甚だ困難であるから，次に述べるやうな相對的に求める方法をとつた．

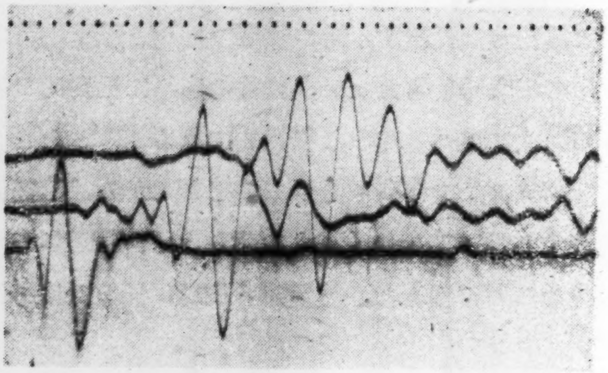
オシログラフが3成分のものであるから，檢震器3個を用ひ，その中1個は衝擊を記錄する爲に其を起す鐵丸の落ちる所に接近して一定の場所におき，他の2個を距離の異なる所に据えた．檢震器2個は，測定の度毎に詳しい檢定は省き，夫々陰極線オシログラフの鉛直と水平の成分につなぎ，2個を密接しておき，其の載つてゐる床を輕く叩いてオシログラフの像の動きを見た．檢震器の鉛直・水平の成分との結び方を代へても，何時も像が45°の傾きの細い線をなして動けば，2個の檢震器の狀態は等しいと考へた．次に增幅器につなぎ，電磁オシログラフを用ひ，檢震器2個を並べて適當な震原距離（この場合 10 m 又は 8 m とした）において地面を叩いて見る．そしてオシログラフの2つの像が等しく動くやうに增幅器の可變抵抗を調整し，1個の檢震器は固定した儘にして他の1個を種々の距離に變へた．實驗の1段落毎に又並べて裝置の狀態を調べ，測定點が遠くなつて增幅率を上げなければならぬ時は，又2個を並べオシログラフの像を見ながら，移動する器械の增幅率を，固定する方の2倍或ひは3倍とした．この場合も時々並べて，何時も測定裝置の條件が，相對的に變はつてゐないやうに注意した．

衝擊波を起すには，一定の衝擊を起すに最もよい方法として物體の落下によることとした．初めは圓壔形のものを落したが，其は落ちる時の狀況が1回毎に違ひ，オシログラムが一定しない．そこで球を用ひることにした．運動競技に使はれる 16 ポンド（7.3 kg）の鐵丸を，6 V 蓄電池によつて電磁石で地上の高さ 75 cm に吸付けておき，蓄電池の回路を切ると，鐵丸が落ちオシログラフは自動開閉器が働き，3個の檢震器が衝擊波を記錄するやうに調整した．落下地點に近くの檢震器の回路は增幅器無く，誘導電流を直接にオシログラフに與へた．このやうな裝置を使へば，最初數回の落下の際は土が凹むが，數 cm 凹むだ後は目立つ程の變化はなく，オシログラムは毎回一定したものを示すと見做された．

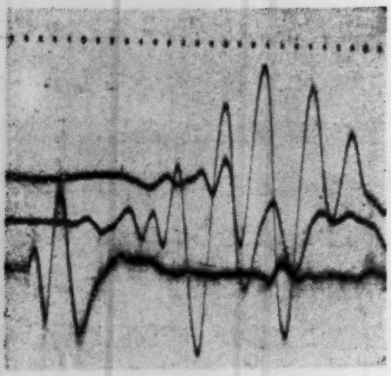
同じ條件で起した衝擊の記錄が，何時も一致することは，第1圖に示される通りで時に關する誤差は 0.001—0.002 秒と考へられた．このことから，距離を變へた記錄を綜合して，1回の衝擊を同時に多くの場所で記錄したものと等しいと假定して以下の推論をする．勿論此の方法は不十分であるから，6成分のオシログラフを準備し，更に眞空管を用ひない倍率の高い機械的の振動計によつても調査して比較をしてゐる



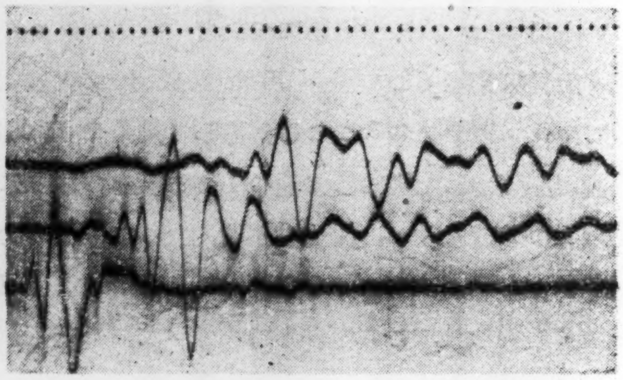
（i）　2·5 m



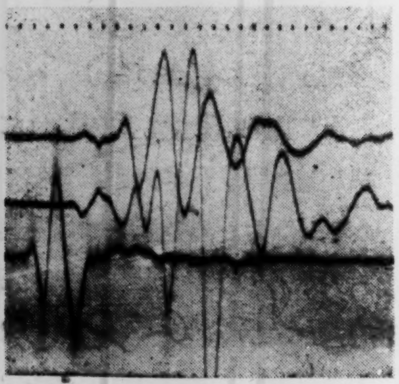
（vii）　17·5 m



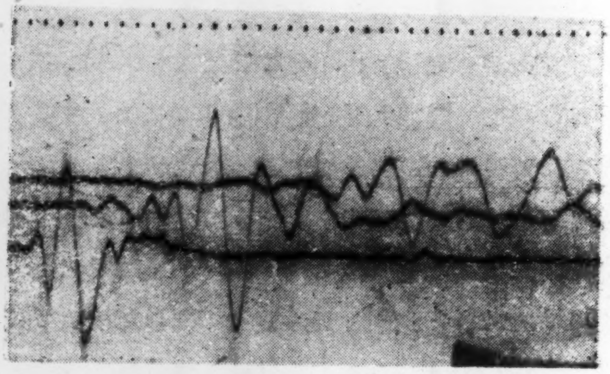
（ii）　5·0 m



（viii）　20·0 m



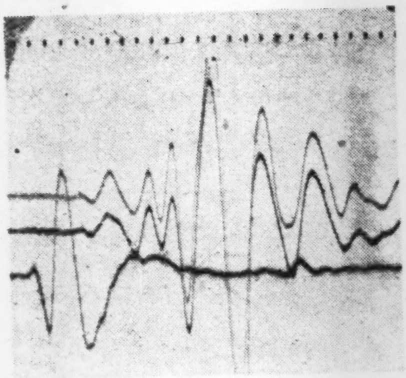
（iii）　7·5 m



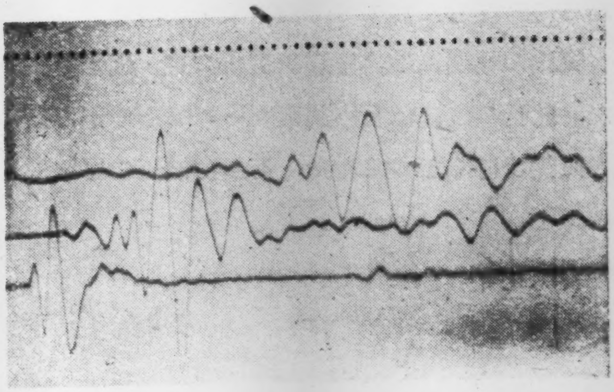
（ix）　22·5 m

第 1 圖　　　（I）

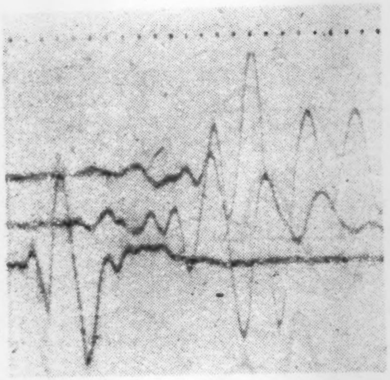
第1圖のiからxiiまでの上部の點は周波數 50 の交流による 0.01 秒毎の時の印，第2段は（i）から（xii）まで夫々 2·5 m から 30 m の



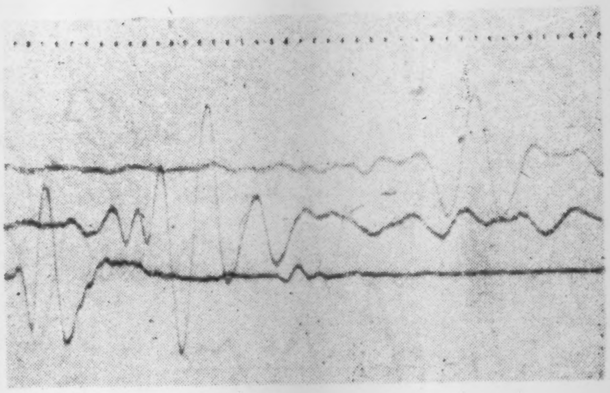
(iv)　10 m



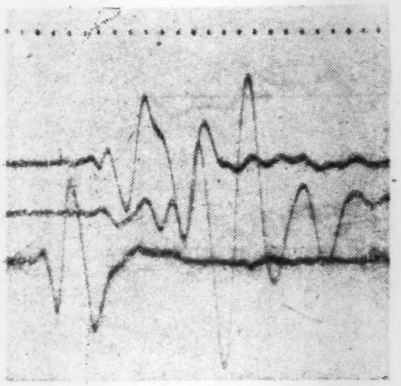
(x)　25·0 m



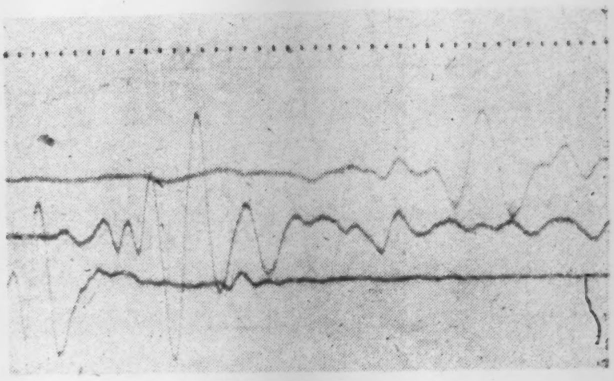
(v)　12·5 m



(xi)　27·5 m



(vi)　15·0 m



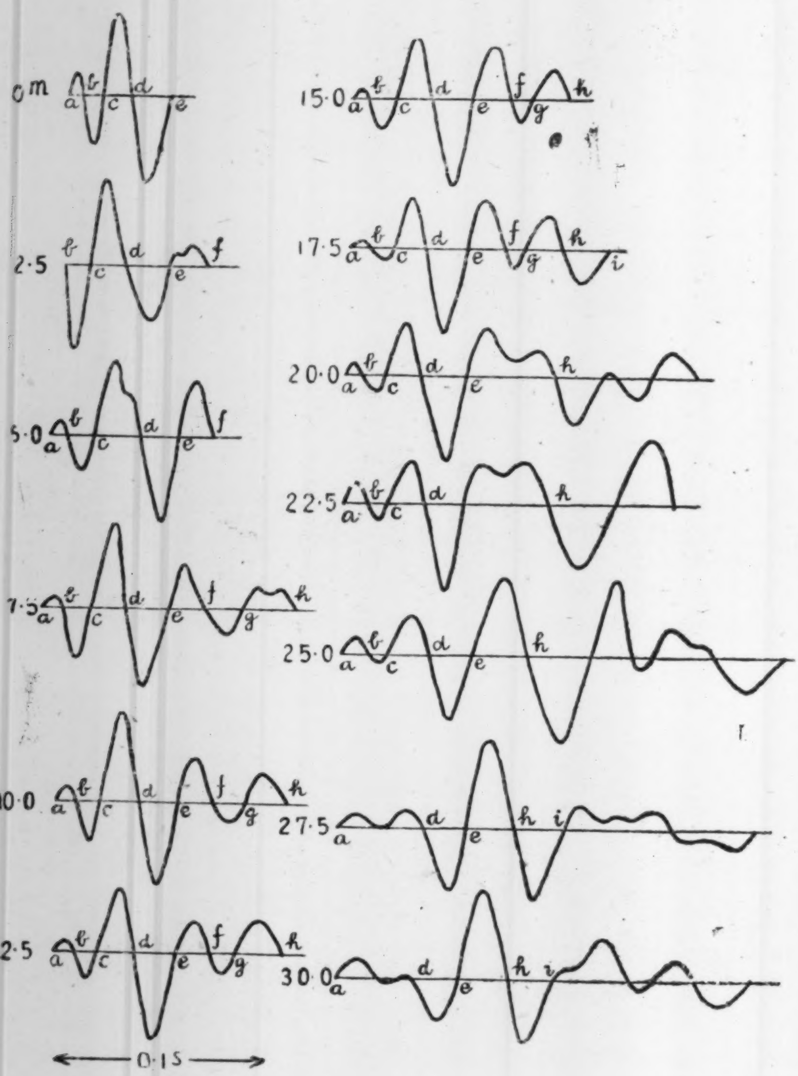
(xii)　30·0 m

第 1 圖　　(II)

距離まで 2·5 m 毎の記錄，第3段は標準として 10 m の距離における記錄，最下部の曲線は鐵丸を地上に落して生ぜしめた振動

から他の機會に報告する積りである.

實驗の場所には，地震研究所の東，理學部化學教室とによつて圍まれた平地を選んだ. 此處の地質は大體關東ロームであるが，其の上に腐植土や塵が西側に厚く東に行くに從ひ薄くなつてゐた. その腐植土の厚い所は約 30cm，薄い所は 10cm 以下であ

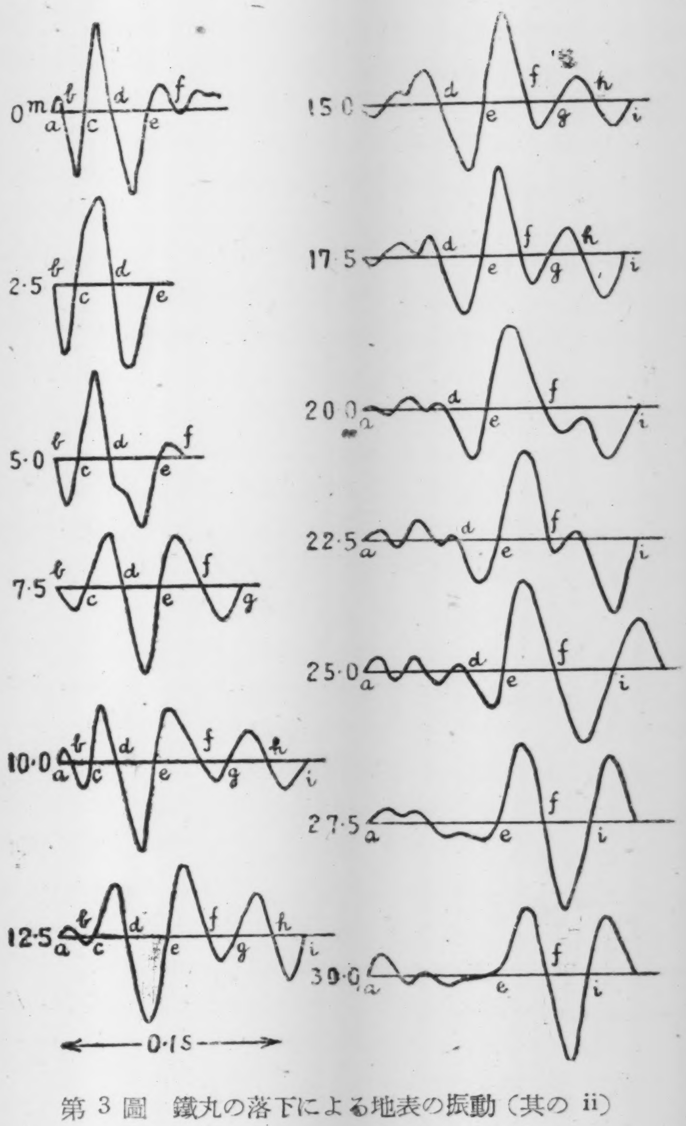


第 2 圖　鐵丸の落下による地表の振動（其の i）（昭和 17. 7. 17）

つた. 周圍には基礎の堅固な建物があり，又近頃建てられた小屋が三棟あつたが，建物は檢震器其の他から最短距離で約 20m 離れ，小屋は木造で土の上に載つてゐるので此の實驗に對し障害とならないと考へられた.

位相及び波形

眞空管を使ふ實驗では，實驗を中絶し纖條電流を切ると條件が變はるので，一回の

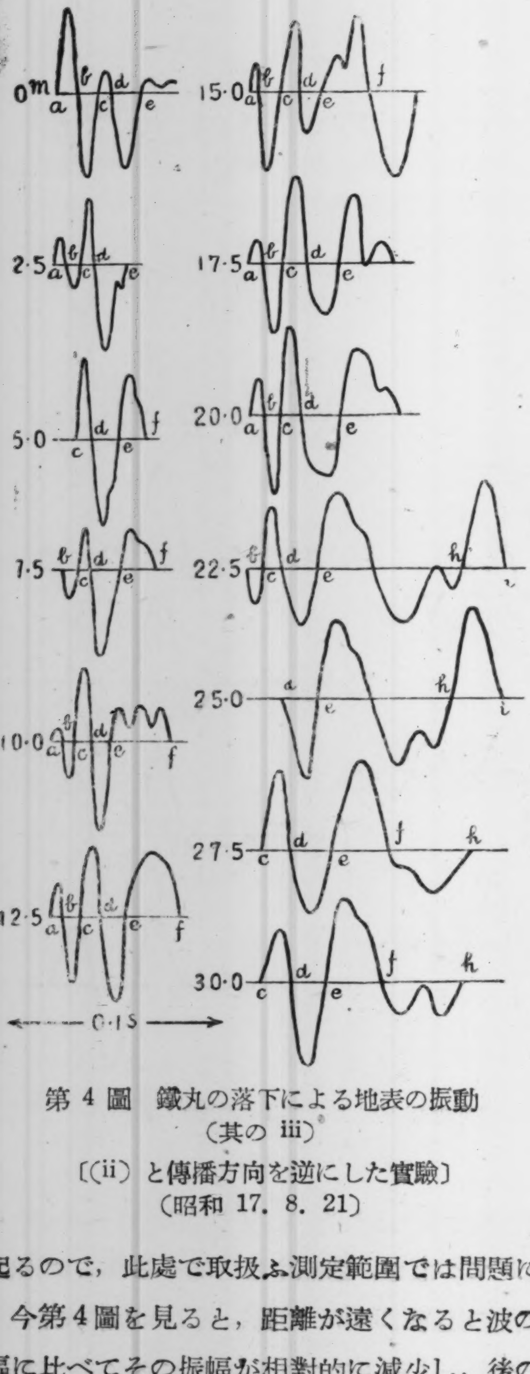


第 3 圖 鐵丸の落下による地表の振動（其の ii）
（昭和 17. 8. 21）

實驗は近い所から遠い所まで續けて行つた. その行つた時期は，昭和 17 年7月16日，7月 17 日及び 8 月21日であつて，前の 2 日は鐵丸を落した所を西の端にしたが，8月 21 日には鐵丸を落す所を東の端において，波の傳はり方を逆にした場合も調べた.

先づ，此等の記録を調べるのに振幅の大きい部分に着目して，波の各相の走時と波形が傳播に從つて變はつたのを見る. 7 月16日と17日との記録を見ることとし，距離の違ふ所の記録の上で對應すると思はれる波の相に a, b, c. ････ と符號をつけた. 各距離における記象について少くも 2 枚以上の記録が得られたが，何れも記録された波動は似て居つて，その讀取の誤差 0.001~0.002 秒以内で一致した. 記象を見て明かに對應する波の位相はその走時曲線に於いて實線を以てつなぎ，對應すると考へられる位相は破線を以て結んだ. 距離測定の誤差は測點間の距離 2.5m に對し 0.1m 以内であり，波形の歪とも云ふべきものを考慮すると走時は一直線上にのる. これは各位相の速度が一定であることを示すものである.

第 2~4 圖は各距離において，夫々の最大振幅を 1 とした時，他の相の相對振幅を示したものである。從つて距離による減衰は示されてゐないことを念の爲述べておく. この振幅については，何回もの觀測の結果 20% 以上の誤差があるものと，相對振幅が 0.1 に達しないものは省略した. 各位相は走時については 0.002 秒以内で一



第 4 圖 鐵丸の落下による地表の振動
(其の iii)
〔(ii) と傳播方向を逆にした實驗〕
(昭和 17. 8. 21)

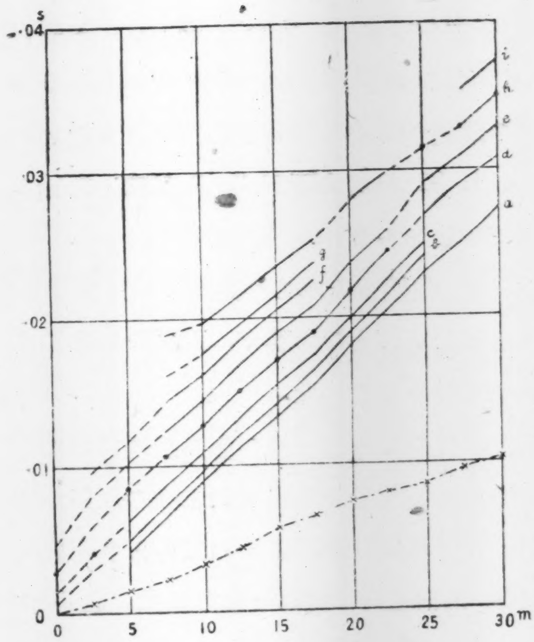
致してゐる．これ等の圖の橫軸には時がとつてある．この原點は第 1 圖の a 相の時刻をとつたが，その振幅の小さい場合には b 相をとつた．

a 相より前の波は，近い距離では振幅の小さな波が距離と共に，10m 位までは振幅も周期も小さくなり，それ以上では今迄小さい波をのせてゐた周期の長い不規則な振動が大きくなることは，記象の上に見られる通りである．第2～4圖より後の波は，急激に減衰する波があり，その後に比較的規則性のある波がつゞくのは第1圖で見られる．

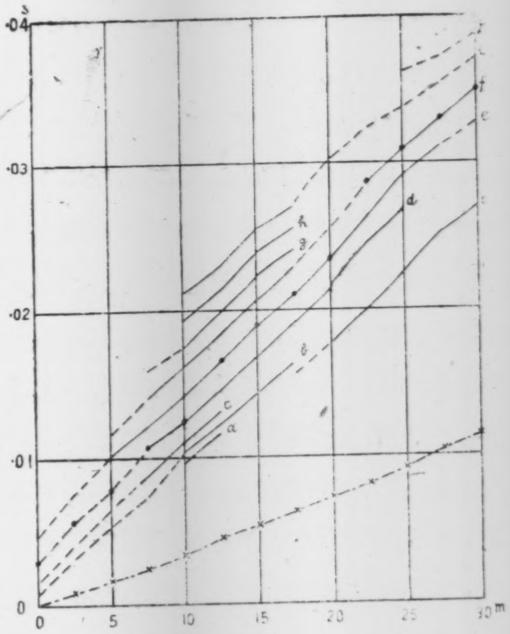
砲丸の落ちる所では如何なる振動をするかと見ると，寫眞記錄の下部に示される通りである．電磁石の回路を開けて鐵丸を落すと，鐵丸が離れる時に其の支への枠を通して反動が出るかと思つたが，記錄を見ると其の處はなかつた．又，衝擊の主要部の後に不規則な振動があるが，各距離の記錄を見ると別に大きな影響はないやうである．鐵丸は地上に落ちると必ず撥上つたが，記錄で見られる通り 0.3 秒以後に起るので，此處で取扱ふ測定範圍では問題にならない。

今第 4 圖を見ると，距離が遠くなると波の主要部分については，前の部分は最大振幅に比べてその振幅が相對的に減少し，後の部分は增加する傾向がある．從つて最大の變位の相は，距離が伸びるに從つて不連續に後の方へずれる．即ち衝擊波動の勢力の傳はる速度は位相の速度よりも小さいことを示すのであらう．

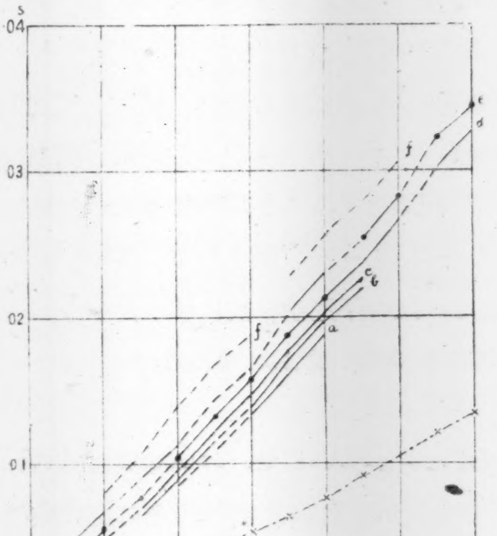
8 月 21 日の前の實驗(第 3 圖及び第 6 圖)の結果を見ると，7 月 16 日と 17 日の實驗と全く同一の方法で行つた．一見前述の實驗のときと波動が異なる樣であるが，各位相の走時は 0.003 秒以下の差で一致する．但し主要部分の後部が振幅を增す現象が



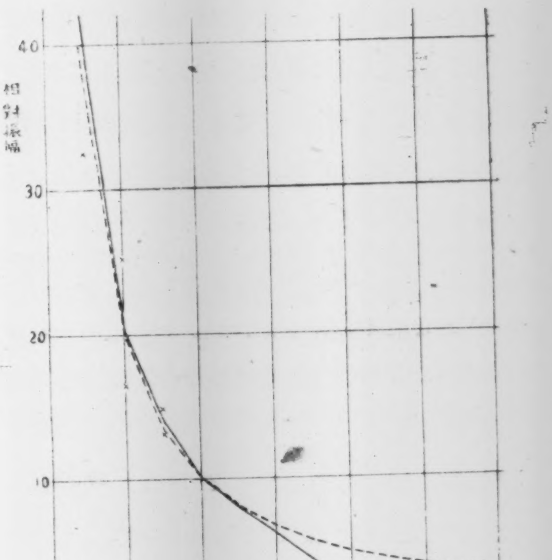
第 5 圖　第 2 圖に示される各位相並に初動の走時曲線
（十字：初動，黑丸：最大振幅，實線：明かに對應する位相，破線：對應すると考へられる位相）



第 6 圖　第 3 圖に示される各位相並に初動の走時曲線
（符號は第 5 圖に同じ，但し符號 a, b, c ‥‥ は各圖に無關係につけた）



第 7 圖　第 4 圖に示される各位相並に初動の走時曲線，
第 5 圖の場合と逆方向に測定したもの
（略號，符號は第 3 圖と同じ）



第 8 圖　最大振幅と距離との關係
實線：距離 10m に於ける振幅を 10 としたときの相對振幅，破線：距離の逆數に比例する曲線

前例の距離 17.5m に對し，今の例では 10m に起つてゐる．又第 5 圖では，主要部の前部は 12.5m 位までは最大振幅に對して相對的に減衰するが，15m 位から波形がくづれ波の合成の仕方が不規則になる．分散の現象が，その前 2 回の例よりも近い所から起る．此の原因として考へられるのは，8 月 21 日は大雨が 2～3 日續いた後であつて，水分により土地の彈性が變はつた爲ではなからうか．

次に 8 月 21 日に方向を反對して實驗したのは，腐植土の厚さが距離と共に變はり，前の實驗についていへば，遠い所程厚さが減じてゐることの影響や，周圍の建物によつて波の反射等があることを確かめ度いと考へたからであつた．

その結果，距離 0 における衝撃の形が違つた．このことは土地の僅かな性質の差によるのか，前の實驗では，鐵丸を落す地點を一定にした爲その場所の土地の狀態が定常になつたのであるかは未だ斷定できないが，多分地質の差によるのであらうと思ふ．

波の周期は衝撃の周期と共に小さくなつたが，位相速度は變はらなかつた。且 20m 以上では位相走時が一致し，從つて周期も一致する傾向が見られた．今迄の結果，距離が遠くなると長い周期が卓越することは共通な性質である．

最大振幅について

此の實驗では，一回毎に變壓器で電壓の小さい交流を 2 個の增幅器に入れオシログラフを見て，增幅器の倍率を豫め相對的に定めておく．次に固定された 10m の測定を標準とし，その最大振幅を 10 とし各距離の最大振幅をとつたものが第 8 圖である．距離 2.5m と 5m とでは，2 回以上の實驗の差が 30% 倍であつたが，平均して圖をかいた．此等の振動の周期は變はらないとすれば，オシログラムの上の振幅が相對的に變位を示すと考へられる．この距離と振幅との關係を見ると，12.5m までは距離に逆比例する．12.5m から 22.5m までは距離の −2 乘～−3 乘となり，25m から 30m までは不連續的に增し −1 乘～−2 乘となる．此の不連續は前に述べたやうに 2 つの波が 20m で重なり始め 25m で 1 つの波になつてしまふ爲である．

初動の速度

初動の走時曲線をかくことは，初動が不明瞭なことが多いので，好い結果は得られなかつた．10m までは初動が判然として，小さな緩かな曲線を示す．その次に突然周期的な初動となり，距離と共に回數を增して主要動につゞく．

第 1 圖の下方にあるのが走時曲線で初動の明らかな 10m までの平均速度を求めると 290～310m/s となり，30mまでの平均速度は 260～300m/s となる，第 1～3 圖で直線に近い主要動の位相速度を求めると 110～120m/s となり，最大變位を生ずる相は 30m までの平均として 85～95m/s となる．波の上下動のみを觀測してゐるので，

他の波の性質はまだ判らないが，初動をP波，主要動をS波最大變位の相を表面波と考へる．P波の速度がS波等に比べて著しく大きい．此等の點については，次の機會に調査報告ができる樣に，實驗裝置を作つてゐる，尙初動の周期は凡そ 25m では 0.01 秒，10m 附近で 0.02 秒，22.5m では 0.03 秒程度となる．

謝　辭

以上の實驗は筆者の一人が本誌第 20 號 (1942)，284—290 にのせた實際の續きである．此は主として文部省科學研究費により，實驗用檢震器は松澤武雄教授から貸與されたものである．尙實驗に當つては納富武繁君の補助による所が多かつたことを記して，此處に厚く感謝の意を表する．

15. *Propagation of Shock Wave in Soil—Experiments with Elastic Waves in the Ground. II.*

By Fuyuhiko KISHINOUYE and Kazuo IWAMA,

Earthquake Research Institute.

Elastic waves generated by falling of an iron ball, which weighs 16 lbs., on loam were recorded with three geophones and electromagnetic oscillographs.

The changes of wave-form with distance at every 5 m between 0 m and 30m are shown in figs. 1-4. The attenuation of the maximum amplitudes is shown in fig. 8. The attenuation curve drawn in full line was compared with the bloken curve which represents the reciprocal of the distance.

The velocity of the first motion which may be regarded as that of P-wave was obtained as 290-310m/s in the average between 0-10m, and 260-300m/s between 0-30m. The velocity of the principal motion which may be that of S-wave was obtained as 110-120m/s, and that of the maximum amplitude 85-95m/s.

—所　　報—

○談話會記事

第198回談話會（昭和19年1月18日）

1. 爆壓計用振子の振動問題（序報）　金井清
2. 地震時貯水池内に起る波浪に就いて　高橋龍太郎
3. 鹿野斷層附近に於ける地電流觀測結果（第二報）　永田武

第199回談話會（昭和19年2月15日）

1. アフリカのリフト・ヴアレー（Rift Valley）に就いて（第一）　長岡半太郎
2. 滿洲國に於ける飲料水の化學成分に就いて　野口喜三雄
3. 地震動の尾部の週期分析結果　表俊一郎
4. 衝撃型變位に對する振動計の特性　萩原尊禮
5. 水平振子型振動計の製作　岸上多彦

第200回談話會（昭和19年3月14日）

1. 彈性板を傳はる波の研究　第一報　佐藤泰夫
2. 讀取の個人誤差について　第一報　佐藤泰夫・淺田敏（松澤所員紹介）
3. 古間村地震（昭和18年10月13日野尻湖南部附近の激震）第二報　附　昭和16年7月15日長野地震　宮村攝三
4. 増富鑛泉附近の磁氣測量略報　越川善明
5. 地殼潮汐緯度變化よりみたる地球內部の密度分布について　竹內均（坪井所員紹介）
6. 多自由度の振子の運動勢力について　竹內均（同上）
7. 滿洲の重力分布について　坪井忠二
8. メルカトル圖に於ける大圈について　坪井忠二・吉田耕吉
9. 寫眞記錄法の一つの新しい試み　坪井忠二・加藤元彦
10. 振動試驗用低周波交流發生裝置　萩原尊禮
11. 大發破による地盤震動の研究（1）　鈴木武夫
12. 爆壓による供試版の過渡的歪の測定　田中貞二
13. 同上　川島正治（以上二件妹澤所員紹介）
14. 爆彈の侵徹に關する一實驗　高橋龍太郎・相田勇
15. アフリカのリフト・ヴレー　第二　西（ダンガニイカ）リフトヴレー　グレゴリ・リフトヴレー等の地形，火山，湖水の分布　長岡半太郎

第201回談話會（昭和19年4月18日）

1. 彈性板を傳はる波について（2） 佐藤泰夫
2. 相良・燒津間の天然ガスと地質構造との關係 井尻正二
3. 有珠山の火山活動（概報） 水上武 / 表俊一郎
4. アフリカのリフト，ヴアレー 第三
   タンガニーカ方面の地震帶，ニアサ湖附近並にグレゴリー，リフトヴアレーの火山地帶ナトロン其の他の湖水，重力偏差 長岡半太郎

第202回談話會（昭和19年5月16日）

1. 有珠山の火山活動（第二報） 表俊一郎
2. 最近の有珠山活動による地殼變動に就いて 實川顯 / 永田武
3. 有珠山東側に於ける磁氣復舊測量の結果 永田武 / 平尾邦雄
4. 任意の形の境界に於ける條件を滿す二次元偏微分方程式の數値解法 （坪井所員紹介）竹內均
5. 複雜な境界條件又は初期條件を有する線型常微分方程式の數値解法
   1. 地殼・潮汐・緯度變化への應用 （同上）竹內均
6. 鳥取大地震の際の或狛犬の運動 松澤武雄
7. 土壤層に傳はる低速度の波動 鈴木武夫
8. 土中縱波の速度に就いて 鈴木武夫
9. 震源（人工地震への應用） 高木聖（津屋所員紹介）
10. 淺發地震の理論的研究 廣野卓藏（津屋所員紹介）
11. 高橋―伏見ノ方法による地震動の尾部解析結果 表俊一郎
12. 振動繼續時間と週期とについて 坪井忠二
13. リフト・ヴアレーの起因 長岡半太郎
   地質的古代より地球扁平率の減少に由て生ずる赤道圏の壓縮，可塑性マグマの移動と表面の龜裂，重力變動

第203回談話會（昭和19年6月20日）

1. 鹿野・吉岡斷層水準再測報告 宮村攝三
2. 鳥居の震害 松澤武雄
3. 油田と地下水（1） 大塚彌之助 / 三野與吉 / 濱庄三
4. 最近の有珠山の活動による地形變動 補遺 實川顯 / 永田武
5. 小型廻轉蒐電器の試作 永田武 / 平尾邦雄
6. 東經百四十度附近の經線に沿ふ地震――トンガ・ケルマデク・

ニウジーランド線の地震——南米アタカマ沿線の地震　長岡半太郎

7. 可塑彈性體の加壓面に斜に起る歪——地球收縮に因る加壓に應用——西太平洋に於ける地震帶——地質的意義　長岡半太郎

（追加）鉛直磁氣偏差計による有珠山麓地變地域の磁氣測量　越川善明

第204回談話會（昭和19年7月11日）

1. 地殼の内部摩擦係數　竹内均（坪井所員紹介）
2. 携帶用小型偏角變化計の試作　永田武・越川巖
3. 簡單な振動計　萩原尊禮
4. 大地震に沿ふ重力の變動（南米，チベット）　長岡半太郎
5. 紅海とマダガスカル斷層の起因　長岡半太郎
6. 本邦東部の地震線に關する雜觀　長岡半太郎

第205回談話會（昭和19年9月19日）

1. 有珠山の火山活動と精密水準測量結果　表俊一郎
2. 有珠山の活動と地形變動　水上武
3. 可搬大氣傳導度測定器の試作　山本敦・永田武
4. 地球磁界探査計の試作　永田武・平尾邦雄・越川巖
5. 日本に於ける感震指數の分布　坪井忠二
6. 地殼を可塑性物質としてウラル山脈及びアツパラキヤン，ロツキー，シエラ・ネヴアダ山脈等の起因　長岡半太郎

第206回談話會（昭和19年10月18日）

1. 彈性球の力學の數值的取扱について　竹内均
2. 壓縮性を考慮せる地殼潮汐について　竹内均
3. 水平振子傾斜計と二十米水管傾斜計との比較觀測の結果　萩原尊禮
4. ゴンドワナの存在に就いて　長岡半太郎

第207回談話會（昭和19年11月21日）

1. 測地・天文・計算に於ける二三の試案　坪井忠二
2. 上北鑛山に於ける電氣探鑛　岸上多彥
3. 鳥取地震の通信調査について　佐藤泰夫
4. 有珠山附近に於ける土地の變動　宮村攝三
5. 火成岩に於ける元素の分布　白井俊明
6. 更にゴンドワナに就て　長岡半太郎
7. 地震波の示す地球の彈性と核の構造に就て　長岡半太郎

第208回談話會 (昭和19年12月15日)

1. 昭和19年12月7日の地震に就いて 本間 寧
2. 秋田縣昭和町附近で行ひたる地震探鑛 表俊一郎
3. 秋田縣昭和町附近に於ける重力偏差計測 {實川 顯 / 竹內 均}
4. (イ) 火花放電式傳播速度測定器の製作 (ロ) 携帶用高感度振動計の製作 {金井 清 / 平間耕作 / 田中貞二}
5. 右計器使用の一,二の測定結果 金井 清
6. 地球中核の物質を基礎とする地磁氣概論 長岡半太郎

第22號　索　引

頁

萩原尊禮（6）斷層の動きと地表傾斜變化の觀測（邦文）……………… 66

岩間和夫・岸上冬彥（15）土壤中に於ける衝擊波の傳播——短週期彈性波の實驗（其の2）——（邦文）………………………… 170

岸上冬彥・岩間和夫（15）土壤中に於ける衝擊波の傳播——短週期彈性波の實驗（其の2）——（邦文）………………………… 170

松澤武雄（5）鳥取大地震の時の狛犬の運動（邦文）……………… 60

松澤武雄（9）地震による鳥居の損害（邦文）…………………… 89

松澤武雄（13）質點組合に傳る波（獨文）………………………… 130

水上武（3）微動計による鳥取餘震の觀測（概報）特に地盤の固有振動（邦文）……………………… 42

水上武（12）淺間火山に於ける地球磁氣偏角の變化（邦文）………… 110

宮村攝三（4）昭和18年9月10日の鳥取地震において鹿野・吉岡兩斷層及びその地震後の變動の精密水準測量による觀測（邦文）‥ 49

永田武（7）鹿野斷層附近に於ける地電位差變化（邦文）………… 72

表俊一郎（2）鳥取地震餘震調査概報（邦文）……………………… 33

表俊一郎（14）地震動の尾部について（其の2）（邦文）…………… 140

竹內均（10）地殼潮汐及び緯度變化に就いて（邦文）……………… 89

坪井忠二（11）地殼の下層物質の密度に就いて（邦文）…………… 105

津屋弘達（1）鹿野・吉岡斷層とその附近の地質 昭和18年9月10日鳥取地震に關する地質學的觀察（邦文）…． 1

（8）鳥取地方震災復舊一等水準測量成果（邦文）………………… 83

Index to Vol. XXII.

page

HAGIWARA, T., (6) Movement along the Fault that appeared in the Tottori Earthquake and the Change in the Inclination of the Earth's Surface. (in Japanese) ·· 66

IWAMA, K. and KISHINOUE, F., (15) Propagation of Shock Waves in Soil. (in Japanese) ······ 170

KISHINOUE, F. and IWAMA, K., (15) Propagatian of Shock Waves in Soil. (in Japanese) ······ 170

MATUZAWA, T., (5) Über die Verschiebung von Komainu bei dem Tottori-Grossbeben. (im Japanischen) ······ 60

MATSUZAWA, T., (9) Über die Schäden von Torii beim Erdbeben. (im Japanischen) ······ 89

MATSUZAWA, T., (13) Über die Bewegung eines Punktsystems. (im Deutschen) ······ 130

MINAKAMI, T., (3) Microseismic Observation of Totori After-shocks. (in Japanese) ······ 42

MINAKAMI, T., (12) Variation of Magnetic Declination of Volcano Asama. (in Japanese) ······ 110

MIYAMURA, S., (4) Die zwei Verwerfungen beim Tottori-beben vom 10. Sept. 1943 und ihre Beweguugen nach dem Beben. (im Japanischen) ······ 49

NAGATA, T., (7) Variation in Earth-Current in the Vicinity of the Sikano-fault. (in Japanese) ······ 72

OMOTE, S., (2) The Preliminary Report on the After Shocks of the Tottori Earthquake. (in Japanese) ······ 33

OMOTE, S., (14) On the Coda Waves of Earthquake Motions. (Part 2) (in Japanese) ······ 140

TAKEUTI, K., (10) Some Problems concerning the Earth Tide and Latitude Variation. (in Japanese) ······ 89

TSUBOI, C., (11) Die Dichte der unter Erdkruste liegenden Materie. (im Japanischen) ······ 105

TSUYA, H., (1) Geological Observations of the Earthquake Faults (Sikano and Yosioka) of 1943 in Tottori Prefecture. (in Japanese) ······ 1

(8) Reports of the Precise Levellings in the Tottori District carried out after the Earthquake of 1943. (in Japanese) ······ 83